



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

RONALD SILVA DOS PRAZERES

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA SOCIOCIENTÍFICO IRRADIAÇÃO DE
ALIMENTOS PARA O ESTUDO DO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE**

Recife
2022

RONALD SILVA DOS PRAZERES

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA SOCIOCIENTÍFICO IRRADIAÇÃO DE
ALIMENTOS PARA O ESTUDO DO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para a conclusão do curso de graduação em Licenciatura em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga

Coorientadora: Profa. Ma. Yrailma Katharine de Sousa

Recife

2022

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

- P921s Prazeres, Ronald
Sequência didática sobre o tema sociocientífico irradiação de alimentos para o estudo do conteúdo de radioatividade / Ronald Prazeres. - 2022.
53 f. : il.
- Orientadora: Veronica Tavares Santos Batinga.
Coorientadora: Yrailma Katharine de Sousa.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Recife, 2022.
1. Abordagem CTS. 2. Ensino de Química. 3. Sequência Didática. 4. Irradiação de Alimentos. 5. Radioatividade. I. Batinga, Veronica Tavares Santos, orient. II. Sousa, Yrailma Katharine de, coorient. III. Título

RONALD SILVA DOS PRAZERES

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA SOCIOCIENTÍFICO IRRADIAÇÃO DE
ALIMENTOS PARA O ESTUDO DO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE**

Aprovada em: 27/09/2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Orientadora

Profa. Ma. Yrailma Katharine de Sousa
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Coorientadora

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
1ª Examinadora

Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
2º Examinador

Com grandes poderes vêm grandes responsabilidades
(Tio Ben, “Homem-Aranha”)

AGRADECIMENTOS

De maneira geral, gostaria de agradecer a todos que fizeram parte da minha trajetória até eu chegar ao ponto de concluir um curso de graduação em licenciatura em Química, que é considerado muito difícil, em uma universidade pública federal. Passei por tantos momentos difíceis durante toda a minha vida que seria impossível concluir esta etapa sem a ajuda de muitas pessoas.

Agradeço muito a minha família: Roberval (meu pai), Maria José (minha mãe), Cícera (minha avó), Mariana (minha irmã), Robert (meu irmão), Ruan (meu irmão) e Renan (meu irmão), que apesar de tantos problemas sempre se mantiveram com o pensamento positivo para que eu pudesse me formar e sempre ajudaram quando eu mais precisei.

Agradeço à minha namorada, Larissa, por estar comigo desde o Ensino Médio até agora, me apoiando em tudo o que eu faço e me ajudando em tudo de todas as maneiras possíveis.

Agradeço a todos os meus amigos de infância, da escola e da universidade por sempre estarem comigo, me dando suporte sempre que eu precisei (não vou citar nomes para não esquecer ninguém, porque são muitos e todos foram muito importantes, de maneiras diferentes).

Agradeço muito à minha orientadora Verônica Tavares Santos Batinga, que esteve presente na minha graduação desde 2018 durante a Feira de Profissões UFRPE, na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química II em 2021 e na disciplina de Resolução de Problemas no Ensino de Química em 2022, momento no qual fui apresentado a Yrailma Katharine de Sousa, minha coorientadora, que ajudou muito na minha pesquisa.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar possíveis contribuições de uma sequência didática envolvendo a temática sociocientífica Irradiação de Alimentos, considerando elementos da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), para indícios de aprendizagem dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio. A sequência foi aplicada em uma escola da rede privada de Recife, Pernambuco, visando promover a compreensão dos estudantes acerca do conteúdo de Radioatividade. A natureza do estudo se aproxima de uma pesquisa qualitativa-aplicação. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados, dois questionários com perguntas fechadas sobre radioatividade e irradiação de alimentos. Os resultados da análise do questionário diagnóstico indicam que, no geral, os estudantes não apresentam uma compreensão satisfatória sobre radioatividade e irradiação de alimentos, as quais se distanciam das definições formais relativas ao conhecimento químico escolar. Consideramos que as atividades da sequência, como as aulas expositivas dialogadas, a exibição e discussão de vídeos documentários, a resolução de perguntas do questionário orientador realizadas pelos discentes contribuíram para um melhor entendimento do conteúdo estudado, o que foi evidenciado pelos resultados de análise do questionário final, em que houve um aumento significativo das respostas majoritariamente satisfatórias. A sequência didática elaborada a partir de uma temática sociocientífica Irradiação de Alimentos, e a introdução de questões orientadoras pode representar uma dimensão pontual da abordagem CTS, contribuindo para trazer elementos conceitual e contextual para o estudo da radioatividade, e se configurar como uma estratégia eficaz para aulas de Química no Ensino Médio.

Palavras-chave: Abordagem CTS. Ensino de Química. Sequência Didática. Irradiação de Alimentos. Radioatividade.

ABSTRACT

The objective of the present work was to verify possible contributions of a didactic sequence involving the theme socioscientific Food Irradiation, considering elements of the Science-Technology-Society (CTS) approach, to evidence of students learning in the 1st year of high school. The sequence was applied in a private school in Recife, Pernambuco, with the purpose of promoting the students understanding of the Radioactivity content. The nature of the study is approximated to a qualitative-application research. As instruments of data collection, two questionnaires with closed questions about radioactivity and food irradiation. The results of the analysis of the diagnostic questionnaire indicate that, in general, the students do not have a satisfactory understanding of radioactivity and food irradiation, which are far from the formal conceptualizations related to school chemical knowledge. We believe that the activities of the sequence, such as the dialogic lectures, the exhibition and discussion of documentary videos, and the resolution of questions from the guiding questionnaire by the students contributed to a better understanding of the content studied, which was evidenced by the results of the analysis of the final questionnaire, in which there was a significant increase of mostly satisfactory answers. The didactic sequence developed from a socio-scientific theme Food Irradiation, and the introduction of guiding questions can represent a specific dimension of the CTS approach, contributing to bring conceptual and contextual elements to the study of radioactivity, and configure itself as an effective strategy for chemistry classes in Secondary Education.

Keywords: CTS approach. Chemistry Teaching. Following Teaching. Food Irradiation. Radioactivity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 QUESTÃO PROBLEMA.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 ABORDAGEM CTS	13
2.2 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO ESTRATÉGIA PARA UMA ABORDAGEM CTS	18
2.3 VÍDEOS DOCUMENTÁRIOS COMO RECURSO PARA UMA ABORDAGEM CTS	19
2.4 PESQUISAS NA ÁREA DE ENSINO DE QUÍMICA QUE DISCUTEM A TEMÁTICA IRRADIÇÃO DE ALIMENTOS COM ABORDAGEM CTS.....	20
2.5 IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS COMO TEMA SOCIOCIENTÍFICO NO ENSINO DE QUÍMICA	21
3 METODOLOGIA	24
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	24
3.2 CONTEXTO DA PROPOSTA.....	25
3.3 SUJEITOS DA PESQUISA	26
3.4 ETAPAS DA PESQUISA.....	26
3.4.1 Primeira Etapa da Pesquisa: Diagnóstico das concepções prévias dos estudantes	26
3.4.2 Segunda Etapa da Pesquisa: Elaboração.....	30
3.4.3 Terceira Etapa da Pesquisa: Análise da Sequência Didática.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	39
4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A Química é uma Ciência, que está inserida de forma direta ou indireta na vida de todas as pessoas. Por isso, uma melhor compreensão a seu respeito pode colaborar para relações mais sustentáveis com o mundo em que vivemos. Percebemos sua inserção no cotidiano em vários contextos, por exemplo: nos vários alimentos consumidos, provenientes de um aumento nas produções, graças ao uso de fertilizantes e pesticidas, nos medicamentos, nos produtos de limpeza e nos combustíveis dos automóveis. Ainda assim, muitas pessoas não têm consciência da importância de se estudar Química.

Um dos motivos disso acontecer, talvez, seja devido à forma com que a disciplina de Química é abordada nas escolas, onde os conceitos e conteúdos são apresentados de modo teórico e fragmentado, sem nenhuma relação com o contexto social, tecnológico e científico, exigindo apenas a mera memorização dos estudantes, colaborando para que a Química seja vista como uma disciplina de pouca relevância por parte dos discentes (ARROIO et al., 2006). Nessa direção, faz-se necessário novas estratégias de ensino e aprendizagem, delas destacamos a elaboração de sequências didáticas alternativas para abordagem dos conteúdos e conceitos de Química, as quais despertem o interesse dos estudantes para essa importante Ciência.

Um dos princípios orientadores para o processo de ensino e aprendizagem é a contextualização. Esta pode facilitar a compreensão dos conteúdos científicos quando inseridos na realidade em que vivem os estudantes, e pelo fato de propiciar significado aos conteúdos e aprimorar sua capacidade de interpretação para avaliarem as situações problemas que lhes são apresentadas e tomarem decisões, com base no conhecimento científico escolar (BUFFOLO; RODRIGUES, 2015).

Para muitos professores, seja pelo fato de cobranças institucionais para realização de aglomerados de aulas, sustentadas na transmissão e recepção dos conteúdos, ou pela ausência de discussões sobre o significado do termo contextualização, em sua formação, o ensino de Química contextualizado muitas vezes é entendido como uma simples exemplificação e descrição de fatos/fenômenos ou situações do cotidiano, com o intuito de ensinar Química. No entanto, um ensino contextualizado deve abordar questões/temas sociocientíficos/socioambientais, com o objetivo de desenvolver atitudes e valores, resolver problemas, visando a transformação da realidade social (SILVA, 2007).

Temas sociocientíficos/socioambientais são discutidos e recomendados por alguns educadores/pesquisadores no ensino de Química como alternativa para contemplar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e potencializar o diálogo entre os

estudantes ao expressarem suas opiniões. Para um tema ser desenvolvido com enfoque CTS, ele deve propiciar a reflexão do estudante sobre questões e/ou problemas reais do seu contexto social e ambiental, tornando-o comprometido e se possível transformador de sua realidade (SANTOS, 2007).

O enfoque CTS, no contexto educativo, vem sendo um dos principais campos de investigação e ação social do movimento, tendo em vista que uma forma de vincular Ciência e Tecnologia ao contexto social se dá a partir da renovação da estrutura curricular dos conteúdos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Além disso, pode favorecer a aprendizagem que privilegia a construção de significados científicos de forma coletiva, e que envolva aspectos sociais e culturais, posicionamentos críticos, indo contra os mitos da visão reducionista de CTS, e comprometendo-se com os avanços na educação (GALVÃO et al., 2011).

Nessa perspectiva, os conteúdos de Química podem ser desenvolvidos de forma articulada com implicações sociais, ambientais, econômicas e políticas, por exemplo. Isso vai possibilitar que o aluno tenha uma formação crítica para posicionar-se em relação aos problemas da sociedade e estabelecer conexões entre o conteúdo químico e seu cotidiano (BUFFOLO; RODRIGUES, 2015).

Dessa forma, o tema sociocientífico escolhido para esta pesquisa, “Irradiação de Alimentos”, mostra-se bastante relevante para atender aspectos de uma proposta de ensino com elementos da abordagem CTS.

O interesse que justifica o desenvolvimento desta pesquisa parte dessas discussões, mas também de vivências escolares oportunizadas antes do curso de graduação Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e de experiências construídas ao longo do curso supracitado, como: discussões levantadas em disciplinas da área pedagógica; participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) entre 2018 e 2020, na Escola Estadual Ministro Jarbas Passarinho; participação como monitor da Feira de Profissões UFRPE (2018) e como organizador das Olimpíadas Pernambucanas de Química (2019), além do período de um ano (entre 2021 e 2022) atuando como estagiário/monitor de uma escola da rede privada durante os Estágios Obrigatórios I e II, e também o período em que cursou os Estágios Obrigatórios III e IV no ano de 2022 na Escola Estadual Ministro Jarbas Passarinho.

Em relação ao tema “Irradiação de Alimentos”, o interesse em pesquisá-lo e relacioná-lo à área de ensino de Química com a abordagem CTS, surgiu após cursar a

disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química II, em 2021, com a professora Verônica Batinga, na qual foi discutida a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de Química, tendo em vista que ao final da disciplina foi solicitada a elaboração de uma proposta didática na qual a respectiva temática foi escolhida como tema sociocientífico para a elaboração do trabalho.

Por fim, o presente trabalho busca contribuir para a reflexão dos estudantes acerca da temática sociocientífica “Irradiação de Alimentos”, por meio da elaboração de uma sequência didática, que envolve aulas expositivas dialogadas, uso de vídeos explicativos e um questionário orientador, para contemplar o estudo do conteúdo de radioatividade previsto para o Ensino Médio, tanto nas turmas do primeiro ano, quanto nas turmas do terceiro ano. A radioatividade envolve fatores de interesse social, relaciona aspectos científicos e tecnológicos, os quais podem possibilitar aos estudantes o desenvolvimento da criticidade e de atitudes responsáveis.

1.1 QUESTÃO PROBLEMA

A indagação que direcionou este estudo foi: quais contribuições de uma sequência didática sobre a temática sociocientífica Irradiação de Alimentos, considerando elementos da abordagem CTS para a aprendizagem de Química pelos estudantes do Ensino Médio?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar possíveis contribuições de uma sequência didática envolvendo a temática sociocientífica de irradiação de alimentos, considerando elementos da abordagem CTS, para a aprendizagem de Química pelos estudantes do Ensino Médio.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as concepções iniciais dos estudantes sobre o conteúdo de radioatividade e do tema irradiação de alimentos;
- Identificar as concepções dos estudantes pós aplicação da sequência didática envolvendo o conteúdo de radioatividade e irradiação de alimentos;

- Destacar pontos positivos e negativos sobre a aplicação da Sequência Didática envolvendo a temática de irradiação de alimentos com elementos de uma abordagem CTS.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apresentaremos a seguir, discussões referentes a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), bem como sobre a potencialidade das Sequências Didáticas para envolver essa abordagem no ensino de Química. Ademais, destacaremos posicionamentos sobre o uso de vídeos documentários como recursos didáticos; pesquisas na área de ensino de Química sobre a temática de irradiação de alimentos numa abordagem CTS, por fim, sobre o tema sociocientífico Irradiação de Alimentos e sua importância para ser apresentado no ensino de Química.

2.1 ABORDAGEM CTS

O movimento CTS surgiu mediante várias discussões sobre qual papel da Ciência e Tecnologia na sociedade. Vários fatores históricos impulsionaram o surgimento desse movimento, dentre eles, três foram muito importantes: i) os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970; ii) os efeitos da degradação ambiental da época; e iii) a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico às guerras, por meio de bombas atômicas e napalm desfolhante, por exemplo. Esses fatores fizeram com que a Ciência e a Tecnologia ficassem em evidência, recebendo um olhar bem mais crítico, o que ajudaria bastante a impulsionar o surgimento do movimento CTS/CTSA (AULER; BAZZO, 2001).

Além desses, as publicações de obras como "A estrutura das revoluções científicas" de Thomas Kuhn e "*Silent spring*" de Rachel Carsons, ambas em 1962, potencializaram as discussões das relações entre CTS (AULER; BAZZO, 2001). Essas discussões aconteciam em grupos de estudos CTS que buscavam entender a dimensão social da Ciência e da Tecnologia.

Vale lembrar que com a revolução científica (campo epistemológico passando da fé para a razão) e a revolução industrial (progresso tecnológico) as relações entre Ciência, ser humano e Tecnologia sofreram mudanças importantes como, por exemplo, mudanças sociais e culturais (chefes de estados estariam interessados no investimento em Ciência e Tecnologia, pois o domínio social vinha com o domínio tecnológico, que está atrelado à Ciência). No século XVII, as sociedades científicas começavam a ser fundadas e com isso novas ideias eram debatidas e difundidas (no início, as reuniões das sociedades tinham caráter mais informal, mas não demorou muito para ganharem importância social e política) (FREITAS, 2011).

Nos séculos seguintes, o desenvolvimento científico e tecnológico continuou e diversos grupos de cientistas foram formados, influenciando bastante na visão que se tinha da Ciência e da Tecnologia até chegar na década de 70, quando Barry Barnes (sociólogo), David Bloor (filósofo da Ciência) e Steve Shapin (historiador) formaram na Grã-Bretanha a escola de Edimburgo, objetivando elaborar uma sociologia do conhecimento científico, sendo a Ciência apresentada como um processo social. É a partir da criação do grupo que começam as pesquisas acadêmicas nos estudos CTS (o que ajudou a impulsionar o movimento, justamente na época em que despontavam os problemas ambientais e era vinculado o desenvolvimento científico e tecnológico às guerras) (FREITAS, 2011).

Quanto à aplicação de sequências didáticas baseadas em CTS, há uma busca por tornar o ensino de Ciências mais próximo da realidade, e para isso elas visam desenvolver habilidades e competências nos estudantes para que estes participem de forma plena das discussões e de tomada de decisão que envolvem questões sociais e científicas (FREITAS, 2011). Sequências didáticas baseadas nessa abordagem envolvem a preocupação com o processo de ensino e aprendizagem, diferentemente do ensino puramente conteudista.

Nessa perspectiva, a inserção, na prática docente, de atividades que envolvam a experimentação, peças teatrais, documentários e outras estratégias se configuram como boas alternativas para envolver aspectos da CTS, e buscar romper com o ensino tradicional, pois apresentam potencialidade para facilitar o processo de ensino e aprendizagem e proporcionar o protagonismo dos estudantes nas atividades desenvolvidas em sala de aula (CAVALCANTE et al., 2019).

São vários os objetivos para a abordagem CTS no contexto escolar, dentre eles, a busca por ter uma vertente mais progressista e participativa de aprendizado, que faça a mediação do conhecimento e esteja preocupada com a formação crítica do ser humano (BARBOSA; BAZZO, 2014). Conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), o enfoque CTS pode ajudar os indivíduos/estudantes, atuando na reflexão sobre a visão capitalista e individualista do modelo de desenvolvimento vigente e auxiliando na construção de um cidadão que possa contribuir de forma significativa para sociedade, sendo ele crítico, participante ativo e que possa tomar decisões pautadas no conhecimento científico.

Com o intuito de cumprir com os objetivos descritos, Aikenhead (1994) destaca como importante objetivo para a abordagem CTS com temas sociocientíficos, o desenvolvimento da tomada de decisões pelos estudantes, a partir de sua relação direta

com a busca por soluções para problemas da realidade. Assim, um estudante que consegue solucionar questões que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, que emergem de sua realidade está apto para participar mais ativamente da sociedade.

O Quadro 01 elenca 5 passos que não podem faltar numa abordagem CTS, de acordo com Aikenhead (1994):

Quadro 01 – Passos adotados nos projetos CTS de acordo com Aikenhead (1994)

1	Uma questão social é introduzida
2	Uma Tecnologia em relação ao tema é analisada
3	O conteúdo científico é definido em função do tema social e da Tecnologia introduzida
4	A Tecnologia correlata é estudada em função do conteúdo apresentado
5	A questão social original é novamente discutida

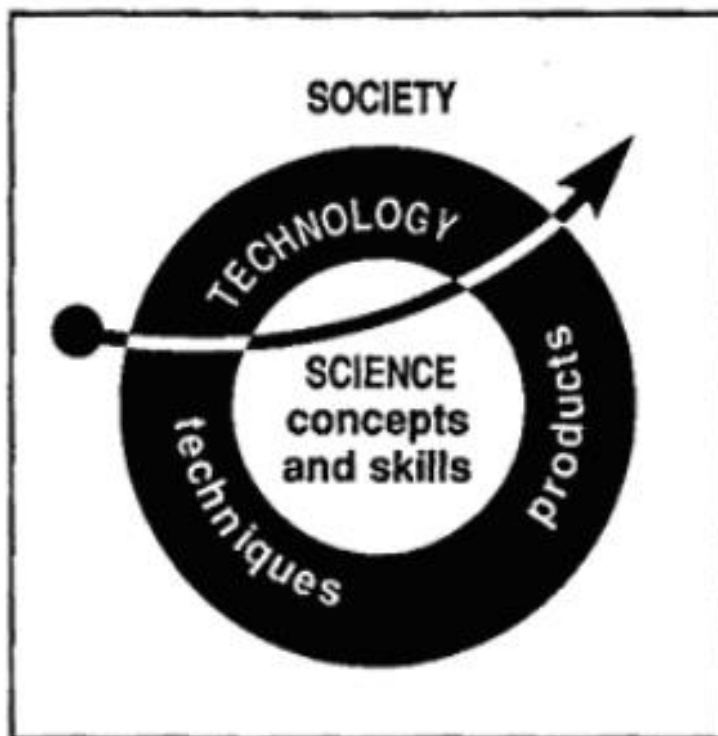
Fonte: Própria

Vogel e Mari (2014) afirmam que “Ensinar a partir da perspectiva da formação de um sujeito capaz de tomar decisões é importante para a construção de uma educação emancipadora e o ensino de Química não pode se isentar dessa responsabilidade”. Isso mostra a importância de a população conhecer às relações C, T e S desde a educação básica. Em consonância com a discussão, pensamos que o Ensino de Química deve ser permeado por essa responsabilidade, uma vez que é uma área da Ciência altamente aplicável no dia a dia da população, por temáticas como tratamento de água, agrotóxicos e irradiação de alimentos, por exemplo.

Embora as potencialidades destacadas, no ensino contemporâneo alguns obstáculos podem ser encontrados para a prática educacional numa perspectiva CTS, dentre eles, Barbosa e Bazzo (2014) destacam: i) os fatos de as produções acadêmicas de perspectiva CTS, apesar de terem aumentado, se mantem principalmente dentro das universidades; ii) apenas diagnosticar concepções erradas de alunos e professores sobre Ciência e Tecnologia (os textos científicos divulgados só estão cumprindo sua função de produtividade acadêmica); iii) a falta de materiais; infraestrutura e planejamento limitado de muitas instituições de ensino; e, iv) a carga horária pequena para abundância de conteúdo a serem contemplados com foco em vestibulares e muitas vezes a falta de capacitação dos professores para trabalharem sob a perspectiva CTS.

A Figura 01 representa os elementos que constituem a abordagem CTS pensada por Aikenhead (1994):

Figura 01 – Modelo de abordagem CTS

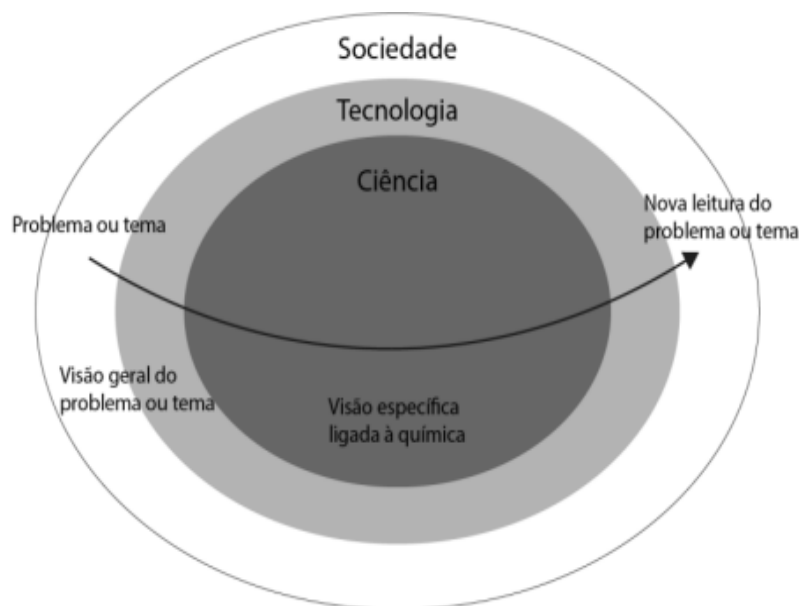


Fonte: (AIKENHEAD, 1994, p. 57)

Dessa figura, podemos entender que a situação de estudo deve ser iniciada a partir de questões sociais (*Society*) e referidas a conhecimentos tecnológicos (*Technology, techniques and products*) e científicos (*Science, concepts and skills*). Sendo assim, o conhecimento científico é definido em função do tema e da Tecnologia. Ademais, depois de entendidos os conhecimentos científicos, retornam à Tecnologia. Por fim, é resgatada à questão social. Segundo o autor, este estudo sistemático permite a tomada de decisão sobre a questão social por parte dos estudantes.

Embasados nos estudos e no modelo criado por Aikenhead (1990 apud SANTOS; SCHNETZLER, 2010), Silva e Marcondes (2015) apresentaram um novo modelo (Figura 02) apto a orientar professores nos planejamentos de aulas e no desenvolvimento de materiais didáticos de ensino contextualizados, considerando à discussão de questões envolvendo CTS, como uma forma de procurar estabelecer relações mais próximas entre contexto e conceito.

Figura 02 – Modelo para planejamento e desenvolvimento de materiais didáticos pautados na perspectiva CTS



Fonte: Silva e Marcondes (2015, p. 68).

A seta inicia com o problema, dentro da sociedade, a qual já está inserida a Tecnologia e a Ciência com os conceitos e habilidades científicas (visão específica ligada à Química), indicando que o ponto de partida deve ser dado pelo professor, objetivando uma questão social (um problema que envolva a sociedade e represente necessidades inseridas no contexto atual). O meio onde estão incorporados os estudantes também é importante, porque além de necessidades inseridas no contexto atual, a QS pode ser um problema controverso envolvendo este meio onde os estudantes estão inseridos (AIKENHEAD, 1994).

Segundo Aikenhead (1994), os estudantes podem ser mais afetados pelo mundo tecnológico do que do mundo científico, e assim, a seta depois passa a tocar o círculo da Tecnologia, e isto indica que o professor precisa inserir uma Tecnologia referente ao tema que está sendo abordado.

Em seguida, a seta entra no campo da Ciência, em que está presente o conceito e habilidade científica (visão específica relacionada à Química), este conceito deve ser abordado para que os estudantes possam compreender que a Tecnologia é uma aplicação do conceito científico e que este conceito, com a técnica, poderá ajudar na resolução de problema (AIKENHEAD, 1994). O passo adiante é a tomada de decisão, em que as consequências terão um impacto não só na vida dos estudantes, mas também na sociedade (AULER, 2002).

2.2 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COMO ESTRATÉGIA PARA UMA ABORDAGEM CTS

Dentre as diversas responsabilidades que o docente possui, organizar o ensino é uma das mais importantes. Esta não é uma tarefa fácil, pois exige técnica, método, planejamento, escolhas de estratégias didáticas, recursos e atividades adequadas para que os objetivos estabelecidos sejam alcançados. A organização do ensino torna-se ainda mais complexa em emergências, como a provocada pela pandemia da COVID-19. Entre outros fatores, a ruptura com a presencialidade física e a organização do espaço virtual onde as atividades ocorrem (LACÉ; NOGUEIRA, 2020).

Nesse contexto, a Sequência Didática (SD) é uma das estratégias que pode auxiliar/contribuir na organização do ensino e aprendizagem, tanto na modalidade presencial, quanto remota. Além disso, esta estratégia didática está alinhada com alguns elementos da abordagem CTS, especificamente neste trabalho, com relação à seleção do tema sociocientífico “Irradiação de Alimentos”.

No campo da educação, a sequência didática é como um plano ordenado e articulado de atividades que compõem a unidade temática (ZABALA, 1998). É a especificação de cada ação que ocorrerá na aula ou nas aulas, com estimativa de tempo de realização, incluindo a avaliação de aprendizagem. As ações escolhidas precisam dialogar entre si para constituir-se numa totalidade coerente, significativa e com um sentido para o estudante (LACÉ; NOGUEIRA, 2020).

Uma SD deve apresentar um conjunto de atividades e ações para a construção do conhecimento científico escolar (ZABALA, 1998). Nesse contexto, o protagonista deve ser o estudante e o docente precisa buscar promover o engajamento e compromisso destes com a aprendizagem.

Ainda conforme o autor, esse conjunto de atividades, estratégias e intervenções presentes em uma SD deve ser planejado etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo e/ou tema proposto seja alcançado pelos estudantes. Uma SD é muito mais ampla do que um plano de aula e busca abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem para uma sequência em vários dias diferentes.

Segundo Brasil (2012, p. 20), as sequências didáticas contribuem para a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que aos poucos novas aquisições se tornem possíveis, visto que a organização das atividades

prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos prévios que os estudantes já possuem sobre um determinado assunto.

No ensino de ciências, uma importante linha teórica de elaboração de sequências didáticas é a *Teacher Learning Sequences* (MÉHEUT; PSILLOS, 2004), onde a sequência didática deve ser composta por atividades que enfatizem a integração entre o currículo, o desenvolvimento de habilidades e a construção de conhecimentos por parte dos estudantes, de uma maneira de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem. Acreditamos que a sequência elaborada nesta pesquisa se aproxime desta linha teórica.

2.3 VÍDEOS DOCUMENTÁRIOS COMO RECURSO PARA UMA ABORDAGEM CTS

O uso de recursos audiovisuais é de grande aplicabilidade, visto que há uma vasta quantidade de vídeos disponíveis atualmente. Este recurso didático pode ser utilizado em aulas dos mais diversos níveis de ensino, inclusive em aulas sob uma abordagem CTS.

A utilização de recursos, como os filmes documentários, em sala de aula, aguça os sentidos daqueles que os assistem por meio das imagens e sons. Quando bem colocados, estes dois elementos, misturam-se aos sentimentos de quem assiste e provocam emoções que desencadeiam um pensamento, uma reflexão (BARBOSA; BAZZO, 2014). Bachelard (1996) denomina isto por catarse intelectual e afetiva.

O principal objetivo de muitos documentários produzidos é trazer novas informações e conhecimentos para seu público. Há também aqueles que pretendem informar sobre situações e realidades vigentes de maneira a influenciar a consciência crítica das pessoas (BARBOSA; BAZZO, 2014). Atualmente existe muita facilidade de compartilhamento de informações e arquivos pela internet, possibilitando o acesso desse tipo de filme e, assim, abre-se espaço para a inclusão em sala de aula.

Vale ressaltar que o uso de vídeos documentários na educação básica requer um planejamento do professor consoante o tema a ser abordado. Os principais objetivos devem observar as opiniões e atitudes dos participantes (estudantes), verificar suas percepções sobre a realidade e o papel da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Portanto, na avaliação dos documentários, devem ser incluídos itens capazes de diagnosticar estes elementos a fim de alcançar a compreensão de um modelo de Ciência e Tecnologia não neutro, conforme a perspectiva CTS.

2.4 PESQUISAS NA ÁREA DE ENSINO DE QUÍMICA QUE DISCUTEM A TEMÁTICA IRRADIÇÃO DE ALIMENTOS COM ABORDAGEM CTS

Objetivando verificar como o ensino de Química está sendo relacionado a temática de irradiação de alimentos com enfoque CTS foi realizado um levantamento bibliográfico, tendo como base de dados o Portal de Periódicos Capes (disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php>) e considerando o período de 2017 a 2022. Na tentativa de encontrar estudos nessa plataforma, fizemos uso das palavras-chave: “CTS”, “ensino”, “química” e “irradiação”. Como resultado, foram encontrados dois trabalhos, lidos na íntegra. Os estudos encontrados são artigos científicos, que trazem as palavras-chave utilizadas, mas ideias diferentes da proposta desta pesquisa.

O primeiro trabalho encontrado foi o artigo intitulado “Abordagem Temática e Conhecimento Escolar Científico Complexo: Organizações Temática e Conceitual Para Proposição de Percursos Abertos” das autoras Watanabe e Kawamura (2017), publicado na Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI).

Em seu estudo, as autoras trazem como principais objetivos investigar possíveis formas de aproximação entre duas abordagens mencionadas: a tradicional e a temática, identificando formas para a construção de um conhecimento com potencial para promover uma formação mais crítica e reflexiva dos estudantes. Diante desta realidade, a pesquisa propõe uma reflexão teórica a partir do olhar da complexidade acerca dos trabalhos com temas, considerando a realidade escolar do Brasil. Assim, surge, por contraposição, a proposta de articulação entre duas formas de organização: uma conceitual e outra temática, que abrem espaço para escolhas diversificadas dos professores, a partir de seus cotidianos escolares e dos objetivos formativos pretendidos. Essas escolhas são representadas pelo que as autoras chamam de *percursos temáticos abertos*.

A conclusão desta pesquisa foi que as estratégias propostas podem promover um olhar mais complexo da Ciência, possibilitando abordar questões de natureza aberta e dinâmica, abrindo espaços para reflexões sobre sentidos, atitudes e valores. Ademais, apontam para formas de atuação dos professores com maior protagonismo e autonomia.

Já o segundo trabalho encontrado foi o artigo científico intitulado “Um Experimento de Baixo Custo Para Medir a Potência do Sol e a Temperatura da Sua Superfície e Refletir Sobre o Efeito Estufa e o Aquecimento Global” do autor Rodrigues (2020) publicado na revista HOLOS do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). O principal objetivo

do trabalho foi medir a potência do Sol e a temperatura da sua superfície, tendo como resultados a verificação de que os alunos não possuem muito conhecimento sobre o efeito estufa e o aquecimento global e que os valores encontrados experimentalmente para a potência e temperatura do Sol foram muito próximos dos valores de referência, apesar de utilizar materiais de baixo custo.

De maneira geral, os trabalhos de Rodrigues (2020) e de Watanabe e Kawamura (2017) trabalham conteúdos científicos, destacando sua importância para levantamento de questionamentos e reflexões no processo de ensino e aprendizagem, bem como apresentamos nas discussões anteriores.

Além disso, no levantamento, o quantitativo de trabalhos encontrados denota a necessidade de maiores discussões e pesquisas sobre a temática irradiação de alimentos, especificamente, na nossa monografia que foca numa abordagem com elementos da CTS no ensino de Química no Ensino Médio.

2.5 IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS COMO TEMA SOCIOCIENTÍFICO NO ENSINO DE QUÍMICA

O enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) privilegia a discussão de questões e temas sociocientíficos que podem favorecer a construção de significados sobre conceitos científicos escolares atrelados a contextos sociais e culturais no ensino de Química, e na formação de professores de Ciências. Os estudantes e professores podem desenvolver posicionamentos críticos, indo contra os mitos da visão reducionista acerca da CTS, e comprometendo-se com os avanços na educação (GALVÃO et al., 2011).

As geralmente denominadas *socioscientific issues* (SSI), ou seja, questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos são as questões políticas, econômicas, éticas, sociais, culturais e ambientais relativas à Ciência e à Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2016). Estas questões e temas podem ser contemplados, no currículo de Ciências, a partir de ser um tema controverso e a partir de conteúdos problematizados culturalmente (MESQUITA et al., 2016).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já incluem questões/temas sociais no currículo escolar para compor um conjunto articulado, flexível e aberto a novos temas (BRASIL, 1997). Sendo assim, esses temas devem contribuir no desenvolvimento da criticidade dos estudantes para uma melhor compreensão da realidade e participação social, visto que um dos objetivos das Ciências da natureza ainda no ensino fundamental são

preconcebidos para que os estudantes desenvolvam competências que lhe permitam uma melhor compreensão do mundo, para que eles atuem como indivíduo e como cidadão, utilizando os conhecimentos de natureza científica e tecnológica para resolver problemas reais (BRASIL, 1998).

A temática “Irradiação de Alimentos” consegue atender aos três critérios argumentados por Ramsey (1993 apud AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009): 1. Ser de fato um problema de natureza controvertida, ou seja, existem opiniões distintas a seu respeito; 2. Ser um tema com significado social; 3. Ser um tema relativo à Ciência-Tecnologia. Nesses critérios reconhecemos que há uma aproximação como um dos aspectos da abordagem CTS.

Em muitos momentos o conhecimento científico é importante no cotidiano para ser possível ter um bom e consistente posicionamento frente a diversas questões. Os temas sociocientíficos ou questões sociocientíficas abrangem aspectos sociais relacionadas a conhecimentos científicos atuais. A abordagem de temas sociocientíficos, especificamente no ensino, é uma alternativa muito interessante e viável para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem em Ciências, como também para a formação do cidadão. Sendo assim, a decisão por esta abordagem está centrada no professor, tornando necessário seu envolvimento com a proposta didática escolhida e que ele procure formas e conteúdo para promover discussões e atividades (BACCIN, 2018). A informação científica leva consigo juízos morais e políticos, concebendo uma interpretação aceitável dos fatos, por exemplo (AIKENHEAD, 1985).

No tocante ao tema “irradiação”, ele apresenta potencialidade para ser abordado com elementos da abordagem CTS, pois possui relações com o cotidiano e, ao mesmo tempo, a necessidade de uma melhor exploração sobre seus conceitos, muitas vezes associados negativamente, principalmente pela radiação ter sido utilizada como instrumento de guerras e pelas graves, e até certo ponto, conhecidas consequências que a exposição a elementos radioativos trouxeram e trazem (LUTTER, 1999; FRENZEN et al., 2001).

Por outro lado, elementos radioativos também foram e são utilizados para boas causas, assim como, os raios-X na radioterapia para tratamento de câncer. Além disso, o uso da irradiação de alimentos reduz significativamente a prevalência de patógenos, minimizando as doenças transmitidas por alimentos (LUTTER, 1999; FRENZEN et al., 2001).

Assim, acreditamos que a temática contribuirá muito para o estabelecimento de vínculos entre o conteúdo (radioatividade/irradiação de alimentos) e a realidade dos estu-

dantes, pois há muitos alimentos que passaram pelo processo de irradiação nas prateleiras dos supermercados, visto que a resolução de nº 21 da ANVISA regulamenta o uso de radiação em alimentos no Brasil, e estabelece que as fontes de radiação utilizadas devem ser autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e que qualquer alimento pode ser irradiado (exposto à radiação) desde que sejam observados os limites mínimos e máximos da dosagem de radiação aplicada (BRASIL, 2001).

Além disso, a temática pode contribuir em privilegiar a autonomia dos estudantes no processo ensino e aprendizagem e para buscar romper com a ideia de neutralidade da Ciência, por meio do questionamento dos modelos e valores científicos e tecnológicos empregados.

No que diz respeito às metodologias adotadas pelos professores de Química, o ensino desta disciplina vem passando por reformulações, com o intuito de mudar o cenário ao qual se encontra. O ensino de Química é apontado como tradicional, no qual prevalece a prática de um ensino tradicional, com a memorização de equações, nomes e fórmulas químicas, além da realização mecânica de cálculos, distanciando o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes (SCHNETZLER, 2002; OLIVEIRA, 2004). Segundo os documentos oficiais que orientam a educação brasileira, tais como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9.394/96, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1999) e a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), o ensino de Química tem de possibilitar aos estudantes o desenvolvimento do senso crítico, para exercitarem a cidadania e não se reduzam a mera reprodução de informações.

Logo, a abordagem da temática sociocientífica irradiação de alimentos, atrelada a elementos da abordagem CTS em sala de aula, pode evidenciar a relevância do conhecimento científico, e sua contribuição para o princípio de contextualização introduzido no ensino de Química na escola

3 METODOLOGIA

Apresentaremos a seguir, o desenho desta pesquisa, destacando como pontos centrais: a classificação da pesquisa: o contexto da proposta; os sujeitos da pesquisa; e as etapas da pesquisa para coleta e análise posterior dos dados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O estudo desenvolvido foi classificado como de natureza qualitativa do tipo aplicação. No tocante as pesquisas do tipo aplicação, de acordo com Teixeira e Megid Neto (2017), são pesquisas que envolvem para explicação de fenômenos ou fatos, o planejamento, execução de ações e análise de dados obtidos.

Enquanto, a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa do mundo, buscando entender os fenômenos em termos dos significados que as pessoas compreendem, revelando que os pesquisadores estudam os objetos em seus cenários naturais (DENZIN; LINCOLN, 2006; GIL, 2002). Desta forma, a validade da pesquisa não se dá pelo tamanho da amostra, como na pesquisa quantitativa, mas pela profundidade com que o estudo é feito.

Para Denzin e Lincoln (2006), a palavra qualitativa confere um destaque sobre as qualidades das entidades e sobre os processos que não podem ser examinados ou medidos de forma experimental em quantidade, volume, intensidade ou frequência. Nesse contexto, Vieira e Zouain (2005) afirmam que uma pesquisa qualitativa confere importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos significados transmitidos por eles e aos discursos.

Alguns pontos fundamentais para obter-se uma "boa" pesquisa qualitativa são destacados por Godoy (2005), como: *credibilidade*, no que diz respeito a apresentar resultados dignos de confiança; *transferibilidade*, não de forma generalizada, mas no sentido de realizar uma descrição densa do fenômeno, permitindo que o leitor imagine o estudo em outro contexto; *confiança* no processo desenvolvido pelo pesquisador; *confirmabilidade* (ou confiabilidade) dos resultados, o que abrange avaliar se os resultados estão coerentes com os dados coletados; *explicitação cuidadosa da metodologia*, que diz respeito a detalhar minuciosamente como a pesquisa foi realizada e, por fim, *relevância das questões de pesquisa*, em relação a outros estudos realizados anteriormente. Richardson (1999) enfatiza que:

O objetivo fundamental da pesquisa qualitativa não reside na produção de opiniões representativas e objetivamente mensuráveis de um grupo; está no aprofundamento da compreensão de um fenômeno social por meio de entrevistas em profundidade e análises qualitativas da consciência articulada dos atores envolvidos no fenômeno (RICHARDSON, 1999, p. 102)

Ludke e André (1986) indicam três métodos de coleta de dados utilizados na pesquisa qualitativa: a observação, a entrevista e a pesquisa ou análise documental. Em relação à observação, trata-se de um método de análise visual que se expressa em aproximar-se do ambiente natural onde determinado fenômeno ocorre, com o objetivo chegar mais perto da perspectiva dos sujeitos investigados. Deve ser controlada e sistemática, acarretando a existência de um planejamento cuidadoso do trabalho que deve ser realizado.

No que se refere aos tipos de dados coletados, esses dados podem ser classificados em dados primários e secundários. Os dados primários apresentam relação física direta com os fatos analisados, já os secundários, referem-se às informações que não apresentam relação direta com o acontecimento registrado, visto que foram reunidos para outro objetivo (RICHARDSON, 1999).

3.2 CONTEXTO DA PROPOSTA

Nessa perspectiva, foi desenvolvida a sequência didática envolvendo a temática sociocientífica de irradiação de alimentos com elementos da abordagem CTS para trabalhar o conteúdo de radioatividade com alunos do Ensino Médio. A sequência foi aplicada a dez estudantes do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede privada da cidade do Recife-PE, no contraturno (período da tarde).

Vale ressaltar que a sequência didática que deu origem a esta pesquisa, poderia também ser aplicada em turmas do segundo e terceiro ano do Ensino Médio.

Apenas no Recife, são mais de 190 escolas com Ensino Médio e mais de 64 mil estudantes matriculados nesta modalidade, segundo o IBGE (2018). Sendo assim, a pesquisa tem grande aplicabilidade tanto pelo número de escolas da cidade, quanto pela importância de estudar Química e relevância da temática (Irradiação de Alimentos), sobretudo a partir de uma dimensão pontual da perspectiva CTS, visando a formação de sujeitos críticos e participantes ativos da sociedade.

Em relação aos procedimentos metodológicos adotados, esta pesquisa foi organizada em três etapas: i) Diagnóstico das concepções prévias dos estudantes, ii)

Aplicação da sequência didática (SD) e iii) Análise da aplicação da sequência didática a partir dos dados coletados. Salientamos que, o registro das respostas dos estudantes foi transposto em forma de gráficos nos resultados da pesquisa para que fossem feitas as comparações e discussões.

3.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram da pesquisa dez estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada, de forma presencial. Como critérios para participação da pesquisa consideramos a disponibilidade e o interesse do estudante em querer participar após ouvir a proposta da pesquisa. Vale ressaltar que a participação ativa dos estudantes durante a pesquisa foi de suma importância para a sua realização.

Salientamos também que o quantitativo de estudantes também sofreu influências das circunstâncias oferecidas pela instituição onde foi aplicada a proposta didática. A aplicação ocorreu no horário do projeto de monitoria da escola que, no que lhe concerne, não exigia participação obrigatória dos estudantes, já que era ofertado no período do contraturno escolar (das 14 horas às 17 horas e 20 minutos), com as turmas de primeiro ano do Ensino Médio ocupando o horário das 14 horas às 15 horas e 40 minutos das segundas-feiras, especificamente.

No tocante a escolha da escola, se deu pelo fato do autor deste trabalho ter apresentado antes da produção deste estudo experiências docentes, como estagiário, na instituição. No período de realização de estágio, o termo de compromisso previa 30 horas de acompanhamento escolar, não sendo possível a realização de outro estágio, em outra escola, como uma da rede pública.

3.4 ETAPAS DA PESQUISA

3.4.1 Primeira Etapa da Pesquisa: Diagnóstico das concepções prévias dos estudantes

Atendendo ao primeiro objetivo específico deste estudo, na primeira etapa da pesquisa, foi realizada a avaliação das concepções iniciais dos estudantes, sobre radioatividade e a irradiação de alimentos, a partir da utilização de um questionário diagnóstico.

Nesta pesquisa foram utilizados questionários com questões fechadas. Para Richardson (1999), os questionários geralmente cumprem duas funções: descrevem características e medem determinadas variáveis de um grupo. No que diz respeito ao tipo de pergunta, os questionários, como instrumento de coleta de dados, podem ser classificados em questionários de perguntas fechadas, de perguntas abertas e que combinam ambos os tipos de perguntas. Segundo o autor, os questionários sozinhos podem não ser suficientes para atingir a profundidade na compreensão do fenômeno pleiteada por uma pesquisa de natureza qualitativa. Contudo, os questionários são muito úteis e importantes em pesquisas de todas as naturezas, mas, principalmente quando se busca avaliar a compreensão de conteúdo.

Assim, o questionário diagnóstico envolveu cinco questões gerais de múltipla escolha relacionadas ao conteúdo de radioatividade/irradiação de alimentos, elaboradas com base nas considerações dos seguintes autores: Atkins e Jones (2012), Vieira et al. (2016), Nunes et al., (2014) e Levy et al. (2018).

As questões envolviam quatro alternativas (A, B, C e D), e para cada uma delas as alternativas são classificadas como resposta Satisfatória (S) (a alternativa ideal a ser escolhida, avaliada como espelho de resposta correta); Parcialmente Satisfatória (PS) (alternativa que se aproxima da resposta satisfatória); Insatisfatória (I) (alternativa que não se aproxima da resposta satisfatória, e muito pouco da parcialmente satisfatória); e Evasiva (E) (uma resposta que se distancia significativamente do que foi perguntado da questão). Esta tipologia tomou como base a descrita por Simões Neto (2009), adaptando-a com a inserção do termo “resposta evasiva”.

Sua aplicação ocorreu em sala de aula, tendo os estudantes entre 40 e 50 minutos para responder individualmente. As questões estão descritas no Quadro 02:

Quadro 02 – Questionário diagnóstico aplicado em sala de aula.

Questão/Enunciado	Alternativas
<p>1. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é radioatividade e melhor elenca distintas aplicações do fenômeno?</p>	<p>A) A radioatividade é um fenômeno artificial, onde algumas substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações. É utilizada no tratamento de câncer, na conservação de alimentos e geração de energia. (PS)</p> <p>B) A radioatividade é um fenômeno natural ou artificial, onde algumas substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações. É utilizada no tratamento de câncer, conservação de alimentos e na geração de energia. (S)</p> <p>C) A radioatividade é um fenômeno natural, onde a maioria das</p>

	<p>substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações. É utilizada na conservação de alimentos, na geração de energia e na fabricação de perfumes. (I)</p> <p>D) A radioatividade é um fenômeno onde a maioria dos elementos químicos emitem radiações por serem estáveis. É utilizada na fabricação de desodorantes, espelhos e perfumes. (E)</p>
<p>2. Qual alternativa apresenta verdadeiros problemas ambientais causados diretamente pelo uso da radioatividade e melhor descreve como a irradiação de alimentos está inserida nesse contexto?</p>	<p>A) O uso indevido da radioatividade pode contaminar o solo, mas não toda a vegetação que nele cresce, trazendo assim poucas consequências para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear não contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu e o nível de radioatividade só permanece alto por poucos anos. A técnica de irradiação de alimentos não é muito segura e contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (I)</p> <p>B) O uso indevido da radioatividade pode contaminar o solo e toda a vegetação que nele cresce, trazendo consequências também para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu, mas nível de radioatividade só pode permanecer alto por poucos anos. A técnica de irradiação de alimentos é segura e não contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (PS)</p> <p>C) O uso indevido da radioatividade pode contaminar o solo e toda a vegetação que nele cresce, trazendo consequências também para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu e o nível de radioatividade pode permanecer alto por décadas. A técnica de irradiação de alimentos é segura e não contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (S)</p> <p>D) O uso indevido da radioatividade não pode contaminar o solo, muito menos toda a vegetação que nele cresce, não trazendo nenhuma consequência para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear não contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu e o nível de radioatividade só permanece alto por poucos anos, não prejudicando o meio ambiente. A técnica de irradiação de alimentos não é muito segura e contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (E)</p>
<p>3. Quais são os principais motivos para um átomo ser instável nuclearmente e qual a relação do núcleo com a radioatividade de um átomo?</p>	<p>A) Deficiência de partículas nucleares e deficiência de elétrons. (E)</p> <p>B) Deficiência de nêutrons, deficiência de elétrons e excesso de nêutrons. (PS)</p> <p>C) Deficiência de prótons e excesso de nêutrons. (I)</p> <p>D) Deficiência de nêutrons, excesso de nêutrons ou excesso e partículas nucleares. (S)</p>

<p>4. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é a irradiação de alimentos e apresenta os tipos de raios utilizados nesta técnica?</p>	<p>A) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada na qual determinados tipos de alimentos são expostos à radiação ionizantes de maneira controlada por um tempo adequado. É um processo utilizado em alimentos já embalados ou não, e o objetivo é combater a ação maléfica de microrganismos, e em alguns casos, retardar o amadurecimento de frutas e legumes. Na irradiação de alimentos são aplicados cinco tipos diferentes de radiação: alfa, beta, gama, raios X e nêutron. (S)</p> <p>B) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada onde qualquer tipo de alimento é exposto à radiação ionizante. Esse processo é utilizado em alimentos já embalados ou não, e o objetivo é combater os microrganismos, e em alguns casos, retardar o amadurecimento dos vegetais. Na irradiação de alimentos são aplicados três tipos diferentes de radiação: alfa, beta e gama. (I)</p> <p>C) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada onde apenas poucos tipos de alimento são expostos à radiação ionizante. Esse processo é utilizado apenas em alimentos já embalados e o objetivo é combater os microrganismos. Na irradiação de alimentos são aplicados apenas três tipos diferentes de radiação: alfa, beta e raios X. (E)</p> <p>D) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada na qual determinados tipos de alimentos são expostos à radiação ionizantes de maneira controlada. É um processo utilizado em alimentos já embalados ou não, e o objetivo é combater a ação maléfica de microrganismos, e em alguns casos, retardar o amadurecimento de frutas e legumes. Na irradiação de alimentos são aplicados apenas três tipos diferentes de radiação: alfa, beta e raios X. (PS)</p>
<p>5. Qual alternativa abaixo apresenta a melhor justificativa pelo qual é utilizada a técnica de irradiação de alimentos?</p>	<p>A) Conservação de alimentos através do combate à bactérias e microrganismos que são prejudiciais à saúde humana, para que estes ganhem mais tempo de prateleira, evitando desperdício. (S)</p> <p>B) Modificar a estrutura atômica dos vegetais, para que estes fiquem mais saborosos e sejam vendidos com mais facilidade. (E)</p> <p>C) Conservação de alimentos através do combate à bactérias e microrganismos, para que estes fiquem mais saborosos e sejam vendidos com mais facilidade. (I)</p> <p>D) Conservação de alimentos através do combate à bactérias e microrganismos que são prejudiciais à saúde humana, para que estes ganhem mais tempo de prateleira e fiquem mais saborosos. (PS)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as questões desse questionário diagnóstico tiveram como objetivo identificar as concepções prévias dos estudantes em relação à temática sociocientífica e a

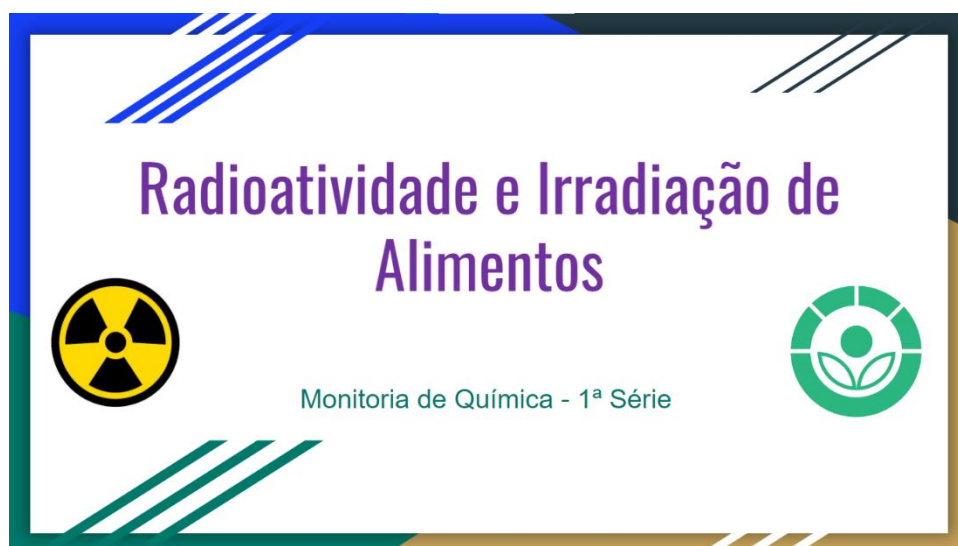
radioatividade, exigindo atenção ao responder, pois são questões de múltipla escolha que podem ser facilmente confundidas. Foram considerados aspectos teóricos (conteúdo de Química de nível médio), científicos (definição de conceitos importantes) e ambientais/sociais na elaboração das questões, na tentativa de provocar a reflexão nos estudantes sobre o tema.

3.4.2 Segunda Etapa da Pesquisa: Elaboração

A Sequência Didática (SD) contemplou especificamente a temática sociocientífica “Irradiação de Alimentos” como critério que se relaciona de modo pontual com aspectos da abordagem CTS. Em seguida foi elaborado um questionário diagnóstico, que faz parte da SD. Desse modo, a sequência envolveu as atividades: i) aula expositiva dialogada; ii) utilização de vídeos; iii) aplicação de exercícios (questionário orientador) e, iv) aplicação do questionário diagnóstico e do questionário final.

Tendo como base uma carga horária de cinco aulas de 50 minutos para a aplicação da pesquisa, o questionário diagnóstico, descrito no tópico anterior, foi aplicado no primeiro destas cinco aulas, e em sequência, na segunda aula, foi elaborada uma aula expositiva dialogada intitulada “Radioatividade e Irradiação de Alimentos”, na qual foram utilizados slides elaborados no “*Google Slides*” (Figura 3).

Figura 03 - Primeira aula expositiva dialogada



Fonte: Elaborada pelo autor.

A aula expositiva dialogada foi direcionada de modo a abordar os conteúdos presentes na parte 1 do chamado “questionário orientador” sobre o tema, envolvendo o

conteúdo de radioatividade/irradiação de alimentos, elaboradas com base nas considerações dos autores: Atkins e Jones (2012), Vieira et al (2016), Nunes et al. (2014), Levy et al. (2018) e Usberco e Salvador (2010), por meio da apresentação de slides feitos na plataforma “*Google Slides*” pelo autor da pesquisa, e do debate com os estudantes em sala de aula, utilizando o quadro, marcadores e os slides projetados.

Ademais, foi utilizado um questionário orientador (dividido em duas partes) com o intuito de levantar discussões sobre o que foi apresentado no decorrer da aula 2. Esse questionário era disponibilizado aos estudantes e solicitado para que respondessem em casa, sem o compromisso de devolução. As perguntas da Parte 1 foram as descritas no Quadro 03:

Quadro 03 – Parte 1 do Questionário Orientador

1	Você já comeu alimentos bombardeados com radiação?
2	O que é a irradiação de alimentos?
3	Quais tipos de raios são utilizados no processo de irradiação de alimentos?
4	O que é a radioatividade?
5	Quais problemas ambientais causados pela radioatividade?
6	Quais benefícios e malefícios trazidos pelo uso da radioatividade ao longo da história?
7	Quais são os principais motivos para um átomo ser instável nuclearmente?
8	Como? Quando? E por quem foi descoberto o raio-X?
9	Como é feito um exame de raio-X?
10	Quais motivos podem levar um átomo a ter uma instabilidade nuclear?
11	Quais os constituintes do núcleo de um átomo e qual a relação do núcleo com a radioatividade de um átomo?

Fonte: Própria

Na segunda aula de 50 minutos, o direcionamento da aula contou com exposição de conteúdos e debates, com objetivo de apresentar os conceitos presentes nas perguntas da parte 1 do questionário orientador de maneira fluida, utilizando o quadro, marcadores e os slides.

A terceira aula de 50 minutos da pesquisa foi dividida em dois momentos de 25 minutos, com o intuito de organizar melhor as atividades realizadas.

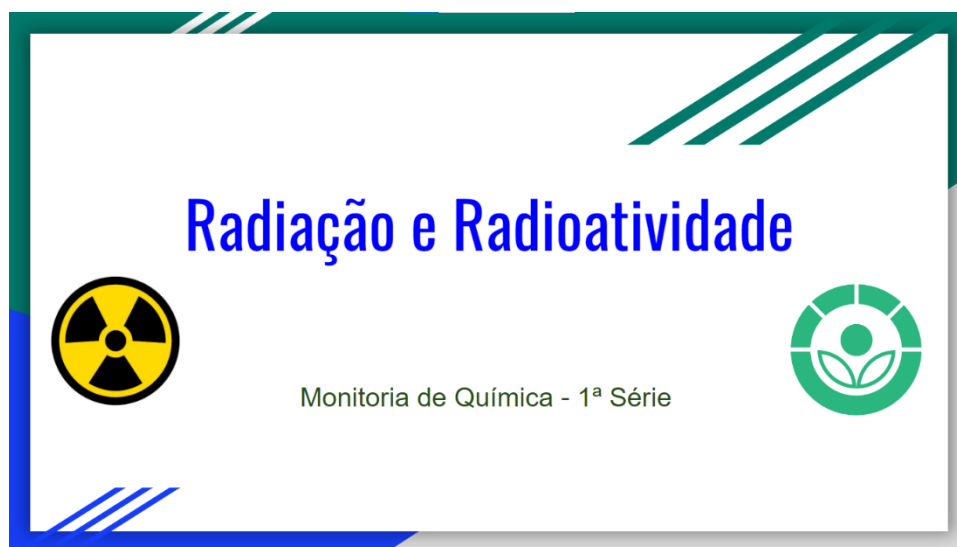
No primeiro momento, foram utilizados dois vídeos acerca do conteúdo e tema abordados. O primeiro é um trecho (entre 17 minutos e 17 segundos e 19 minutos e 50 segundos) do filme “Radioactive” (2019) da diretora Marjane Satrapi, e o segundo é um vídeo do Canal Irradiação disponível na plataforma Youtube, intitulado “Irradiação de Alimentos | #Irradiando06” (2020) (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aszy9P15zZM>). Esses vídeos foram apresentados com o objetivo de contribuir para o interesse, motivação e compreensão dos estudantes por

serem explicativos, com uma linguagem adequada e contendo animações. Para ser possível a apresentação dos vídeos aos estudantes foi necessária a utilização de computador com acesso à internet e de um projetor.

No segundo momento (últimos 25 minutos), abriu-se um espaço para perguntas feitas pelos estudantes sobre os vídeos apresentados, e o diálogo com o docente, visando esclarecer/minimizar possíveis dúvidas e dar continuidade a pesquisa na etapa posterior.

Na quarta aula de 50 minutos foi realizada a segunda aula expositiva dialogada intitulada “Radiação e Radioatividade”, na qual a exposição/debate do tema foi feita com o propósito de apresentar os conteúdos contidos nas perguntas da parte 2 do questionário orientador, envolvendo o conteúdo de radioatividade/irradiação de alimentos, elaboradas também com base nas considerações dos autores: Atkins e Jones (2012), Vieira et al (2016), Nunes et al. (2014), Levy et al. (2018) e Usberco e Salvador (2010). Para isso, se fez uso de slides previamente construídos na plataforma “Google Slides” e seguindo as mesmas estratégias da terceira aula.

Figura 04 - Segunda aula expositiva dialogada



Fonte: Elaborada pelo autor.

As perguntas da parte 2 do questionário orientador (elaborado e disponibilizado com o mesmo intuito que o questionário orientador 1) são as descritas no quadro 04:

Quadro 04 – Parte 2 do Questionário Orientador

12	Quais os 3 tipos de emissões radioativas? Qual ou quais delas são utilizadas na irradiação de alimentos?
13	Qual tipo de radiação tem maior capacidade de penetração?

14	Qual tipo de radiação tem menor capacidade de penetração?
15	Qual a diferença entre contaminação radioativa e irradiação?
16	O que são famílias ou anos radioativas? Fale sobre as principais.
17	A radioatividade de alguns elementos pode ser usada a favor do ser humano? Se sim, dê exemplos.
18	O que são reações de transmutação? Elas têm alguma relação com a irradiação de alimentos?
19	O que é fissão nuclear? Cite algumas aplicações importantes.
20	De maneira simplista, como funciona uma usina nuclear?
21	O que é fusão nuclear?

Fonte: Própria

Nessa quarta aula de 50 minutos, o professor teve o papel de direcionar a aula e o debate em sala, com objetivo de apresentar os conteúdos contidos nas perguntas da parte 2 do questionário orientador, utilizando apenas o quadro, marcadores e os slides projetados. Assim, como as perguntas da parte 1, as perguntas da parte 2 do questionário orientador foram colocadas como exercícios para os estudantes responderem em casa no tempo de uma semana até o questionário final na quinta aula.

Na quinta aula, de 50 minutos, foi aplicado o questionário final, contendo as mesmas cinco questões do questionário diagnóstico, mudando apenas a ordem delas e também a ordem das alternativas, com o objetivo esperado de neste momento os estudantes marcarem uma maior quantidade de alternativas consideradas Satisfatórias (S), e com um maior embasamento no conhecimento científico aprendido, durante a vivência da sequência, que envolveu aulas expositivas dialogadas, direcionadas a responder o questionário orientador, apresentação e discussão dos vídeos documentários, juntamente como debate em sala de aula mediado pelo professor. Os estudantes tiveram um tempo entre 40 e 50 minutos para responder o questionário final.

O questionário final foi elaborado conforme mostra o Quadro 05:

Quadro 05 – Questões referentes ao questionário final aplicado em sala de aula.

Questão/Enunciado	Alternativas
1. Quais são os principais motivos para um átomo ser instável nuclearmente e qual a relação do núcleo com a radioatividade de um átomo?	<p>A) Deficiência de partículas nucleares e deficiência de elétrons. (E)</p> <p>B) Deficiência de nêutrons, excesso de nêutrons ou excesso e partículas nucleares. (S)</p> <p>C) Deficiência de prótons e excesso de nêutrons. (I)</p> <p>D) Deficiência de nêutrons, deficiência de elétrons e excesso de nêutrons. (PS)</p>
2. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é	A) A radioatividade é um fenômeno onde a maioria dos elementos químicos emitem radiações por serem estáveis. É utilizada na

<p>radioatividade e melhor elenca distintas aplicações do fenômeno?</p>	<p>fabricação de desodorantes, espelhos e perfumes. (E)</p> <p>B) A radioatividade é um fenômeno natural ou artificial, onde algumas substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações. É utilizada no tratamento de câncer, conservação de alimentos e na geração de energia. (S)</p> <p>C) A radioatividade é um fenômeno natural, onde a maioria das substâncias ou elementos químicos emitem radiações. É utilizada na conservação de alimentos, na geração de energia e na fabricação de perfumes. (I)</p> <p>D) A radioatividade é um fenômeno artificial, onde algumas substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações. É utilizada no tratamento de câncer, na conservação de alimentos e geração de energia. (PS)</p>
<p>3. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é a irradiação de alimentos e apresenta os tipos de raios utilizados nesta técnica?</p>	<p>A) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada, na qual determinados tipos de alimentos são expostos à radiação ionizantes de maneira controlada. É um processo utilizado em alimentos já embalados ou não, e o objetivo é combater a ação maléfica de microrganismos, e em alguns casos, retardar o amadurecimento de frutas e legumes. Na irradiação de alimentos são aplicados apenas três tipos diferentes de radiação: alfa, beta e raios X. (PS)</p> <p>B) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada, na qual determinados tipos de alimentos são expostos à radiação ionizantes de maneira controlada por um tempo adequado. É um processo utilizado em alimentos já embalados ou não, e o objetivo é combater a ação maléfica de microrganismos, e em alguns casos, retardar o amadurecimento de frutas e legumes. Na irradiação de alimentos são aplicados cinco tipos diferentes de radiação: alfa, beta, gama, raios X e nêutron. (S)</p> <p>C) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada onde apenas poucos tipos de alimento são expostos à radiação ionizante. Esse processo é utilizado apenas em alimentos já embalados e o objetivo é combater os microrganismos. Na irradiação de alimentos são aplicados apenas três tipos diferentes de radiação: alfa, beta e raios X. (E)</p> <p>D) A irradiação de alimentos é uma técnica utilizada onde qualquer tipo de alimento é exposto à radiação ionizante. Esse processo é utilizado em alimentos já embalados ou não, e o objetivo é combater os microrganismos, e em alguns casos, retardar o amadurecimento dos vegetais. Na irradiação de alimentos são aplicados três tipos diferentes de radiação: alfa, beta e gama. (I)</p>

<p>4. Qual alternativa abaixo apresenta a melhor justificativa pelo qual é utilizada a técnica de irradiação de alimentos?</p>	<p>A) Modificar a estrutura atômica dos vegetais, para que estes fiquem mais saborosos e sejam vendidos com mais facilidade. (E)</p> <p>B) Conservação de alimentos através do combate à bactérias e microrganismos que são prejudiciais à saúde humana, para que estes ganhem mais tempo de prateleira, evitando desperdício. (S)</p> <p>C) Conservação de alimentos através do combate à bactérias e microrganismos que são prejudiciais à saúde humana, para que estes ganhem mais tempo de prateleira e fiquem mais saborosos. (PS)</p> <p>D) Conservação de alimentos através do combate à bactérias e microrganismos, para que estes fiquem mais saborosos e sejam vendidos com mais facilidade. (I)</p>
<p>5. Qual alternativa apresenta verdadeiros problemas ambientais causados diretamente pelo uso da radioatividade e melhor descreve como a irradiação de alimentos está inserida nesse contexto?</p>	<p>A) O uso indevido da radioatividade pode contaminar o solo, mas não toda a vegetação que nele cresce, trazendo assim poucas consequências para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear não contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu e o nível de radioatividade só permanece alto por poucos anos. A técnica de irradiação de alimentos não é muito segura e contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (I)</p> <p>B) O uso indevido da radioatividade pode contaminar o solo e toda a vegetação que nele cresce, trazendo consequências também para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu e o nível de radioatividade pode permanecer alto por décadas. A técnica de irradiação de alimentos é segura e não contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (S)</p> <p>C) O uso indevido da radioatividade não pode contaminar o solo, muito menos toda a vegetação que nele cresce, não trazendo nenhuma consequência para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear não contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu e o nível de radioatividade só permanece alto por poucos anos, não prejudicando o meio ambiente. A técnica de irradiação de alimentos não é muito segura e contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (E)</p> <p>D) O uso indevido da radioatividade pode contaminar o solo e toda a vegetação que nele cresce, trazendo consequências também para os animais que se alimentarem dessa vegetação. Um acidente nuclear contamina toda vida ao redor do local onde ocorreu, mas nível de radioatividade só pode permanecer alto por</p>

	poucos anos. A técnica de irradiação de alimentos é segura e não contribui para desastres ambientais causados pelo uso da radioatividade. (PS)
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, para que fosse possível a aplicação da pesquisa na escola, que aconteceu de maneira presencial, foi necessária os seguintes recursos:

- Espaço e recursos necessários para o modelo presencial:
 - Sala de aula (com cadeiras, quadro e marcador);
 - Folhas de papel e canetas;
 - Computador com acesso à internet;
 - Projetor.

Por fim, o quadro 06, mostra em ordem cronológica, as aulas e atividades realizadas durante a pesquisa, consoante o que foi descrito nesta segunda etapa da metodologia da pesquisa:

Quadro 06 – Cronograma de Atividades

AULAS	TEMPO	ATIVIDADES
Primeira	50 minutos	Aplicação do questionário diagnóstico para coleta de dados e análise das concepções prévias
Segunda	50 minutos	Primeira aula expositiva dialogada e exercícios solicitados para a resolução em casa (parte 1 do questionário orientador)
Terceira	50 minutos	Apresentação e discussão dos vídeos documentários
Quarta	50 minutos	Segunda aula expositiva dialogada e exercícios solicitados para a resolução em casa (parte 2 do questionário orientador)
Quinta	50 minutos	Reapresentação do questionário (questionário final)

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3 Terceira Etapa da Pesquisa: Análise da Sequência Didática

A análise das respostas obtidas no questionário diagnóstico e no questionário final tomou como base a feita por Simões Neto (2009), adaptando-a com a inserção do termo “resposta evasiva”. Assim, foi considerada a partir de categorias estabelecidas, sendo organizadas em quatro níveis: Satisfatória (S) (a alternativa mais apropriada a ser escolhida, avaliada como espelho de resposta correta); Parcialmente Satisfatória (PS) (a alternativa que se aproxima da resposta satisfatória); Insatisfatória (I) (alternativa que não se aproxima da resposta satisfatória, e muito pouco da parcialmente satisfatória); e,

Evasiva (E) (uma resposta que se distancia significativamente do que foi perguntado da questão).

Os quadros 07 e 08 trazem os níveis de correspondência das alternativas de respostas para cada questão do questionário diagnóstico e questionário final, respectivamente.

Quadro 07 – Níveis de correspondência das alternativas de respostas do questionário diagnóstico com as categorias de análise

Questão	Alternativas/Categorias
1.	A) Pouco Satisfatória (PS) B) Satisfatória (S) C) Insatisfatória (I) D) Evasiva (E)
2.	A) Insatisfatória (I) B) Pouco Satisfatória (PS) C) Satisfatória (S) D) Evasiva (E)
3.	A) Evasiva (E) B) Pouco Satisfatória (PS) C) Insatisfatória (I) D) Satisfatória (S)
4.	A) Satisfatória (S) B) Insatisfatória (I) C) Evasiva (E) D) Pouco Satisfatória (PS)
5.	A) Satisfatória (S) B) Evasiva (E) C) Insatisfatória (I) D) Pouco Satisfatória (PS)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 08 – Níveis de correspondência das alternativas de respostas do questionário final com as categorias de análise

Questão	Alternativas/Categorias
1.	A) Evasiva (E) B) Satisfatória (S) C) Insatisfatória (I) D) Pouco Satisfatória (PS)

2.	A) Evasiva (E) B) Satisfatória (S) C) Insatisfatória (I) D) Pouco Satisfatória (PS)
3.	A) Pouco Satisfatória (PS) B) Satisfatória (S) C) Evasiva (E) D) Insatisfatória (I)
4.	A) Evasiva (E) B) Satisfatória (S) C) Pouco Satisfatória (PS) D) Insatisfatória (I)
5.	A) Insatisfatória (I) B) Satisfatória (S) C) Evasiva (E) D) Pouco Satisfatória (PS)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, as perguntas do questionário orientador são de caráter teórico/científico, e buscaram introduzir os estudantes em uma base científica, após serem respondidas, e guardam relação com a temática abordada. As perguntas se mostraram de suma importância para que os estudantes obtivessem uma melhor compreensão do conteúdo de radioatividade de forma articulada a temática abordada.

Um dos desafios encontrados para a aplicação da pesquisa foi a viabilização de um horário para aplicá-la, visto que na escola os estudantes tinham aula de sete horas da manhã até a uma hora e vinte da tarde. Sendo assim, a pesquisa foi realizada no período da tarde, no horário do projeto de monitoria de Química, durante dois dias de 14 até 15 horas e 40 minutos, e um dia, das 14 até às 14 horas e 50 minutos. A escola ofereceu toda a estrutura e materiais necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades analisadas de forma mais detalhada foram o questionário diagnóstico e questionário final, respondidos individualmente pelos estudantes, pois foram as únicas atividades que foram registradas e cobradas as respostas dos estudantes, devido as circunstâncias de tempo nas quais a pesquisa foi aplicada, isto é, em um horário fora das aulas regulares. Entretanto, vale ressaltar que as partes 1 e 2 do questionário orientador (lista de exercícios para os estudantes responderem em casa sem compromisso de devolução), a exibição dos vídeos e o debate em sala de aula também foram de fundamental importância para o processo de ensino e aprendizagem. Neles, foi observado o comprometimento dos estudantes frente às ações realizadas pela aplicação da sequência.

Sobre o questionário diagnóstico e o teste final, analisamos cada uma das respostas dos estudantes, as quais foram representadas em gráficos, indicando os percentuais obtidos para cada uma das alternativas de resposta, em que se esperava obter um maior número de respostas Satisfatórias (S) ou pelo menos Pouco Satisfatórias (PS) no teste final, quando comparado ao questionário diagnóstico.

As respostas dos estudantes aos questionários aplicados pode ser um indicativo de que as aulas expositivas, o questionário orientador e a exibição e discussão dos vídeos podem contribuir para o aprendizado dos estudantes. A análise destas respostas de forma comparativa também pode fornecer elementos que remetem a eficácia da sequência didática aplicada.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Na primeira aula da sequência de atividades ocorreu a aplicação do questionário diagnóstico (Quadro 02), e os estudantes tiveram entre 40 e 50 minutos para respondê-lo, com o objetivo de identificar seus conhecimentos prévios. A figura 09 mostra apenas as perguntas presentes no questionário diagnóstico.

Quadro 09 – Perguntas do questionário diagnóstico aplicado em sala de aula.

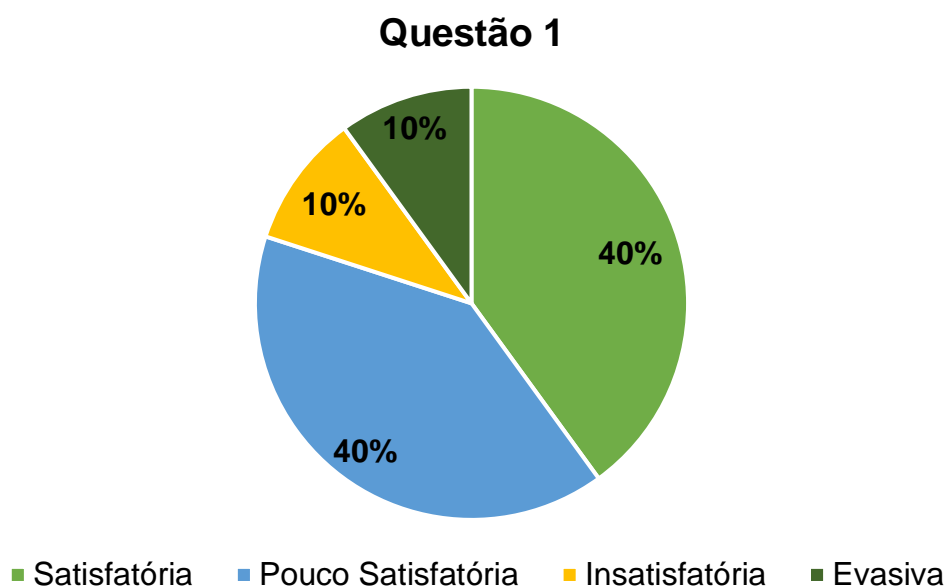
Questão/Enunciado
1. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é radioatividade e melhor elenca distintas aplicações do fenômeno?
2. Qual alternativa apresenta verdadeiros problemas ambientais causados diretamente pelo uso da radioatividade e melhor descreve como a irradiação de alimentos está inserida nesse contexto?
3. Quais são os principais motivos para um átomo ser instável nuclearmente e qual a relação do núcleo com a radioatividade de um átomo?

- | |
|---|
| 4. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é a irradiação de alimentos e apresenta os tipos de raios utilizados nesta técnica? |
| 5. Qual alternativa abaixo apresenta a melhor justificativa pelo qual é utilizada a técnica de irradiação de alimentos? |

Fonte: Elaborado pelo autor.

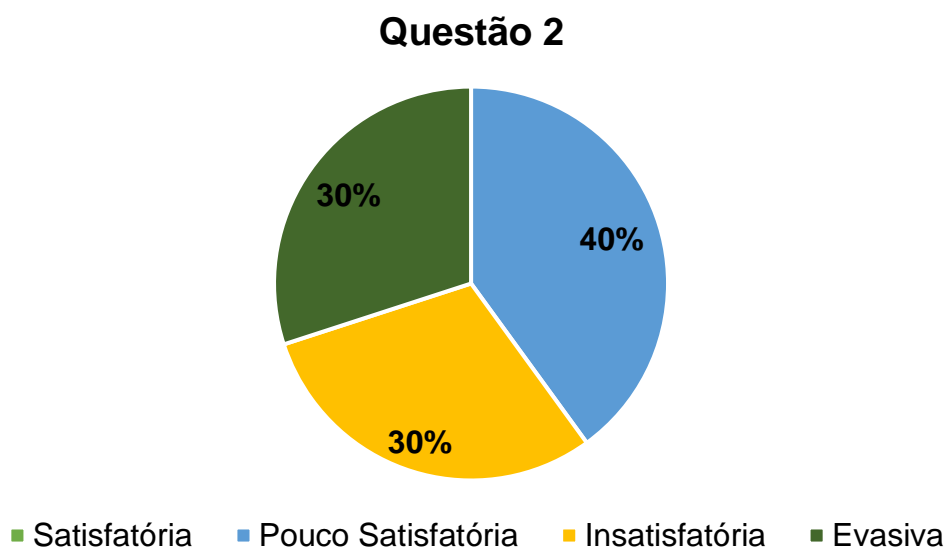
A figura 05 exibe o percentual de respostas da questão 1 do questionário diagnóstico, que indaga sobre o que é radioatividade e algumas de suas distintas aplicações. Foi observado que 40% dos estudantes responderam satisfatoriamente, o que sugere uma aproximação de suas respostas quando comparadas com o conhecimento científico escolar. Os outros 60% indicam que os estudantes precisam aprofundar sua compreensão sobre esta questão.

Figura 05 – Percentual das respostas à questão 1, do questionário diagnóstico



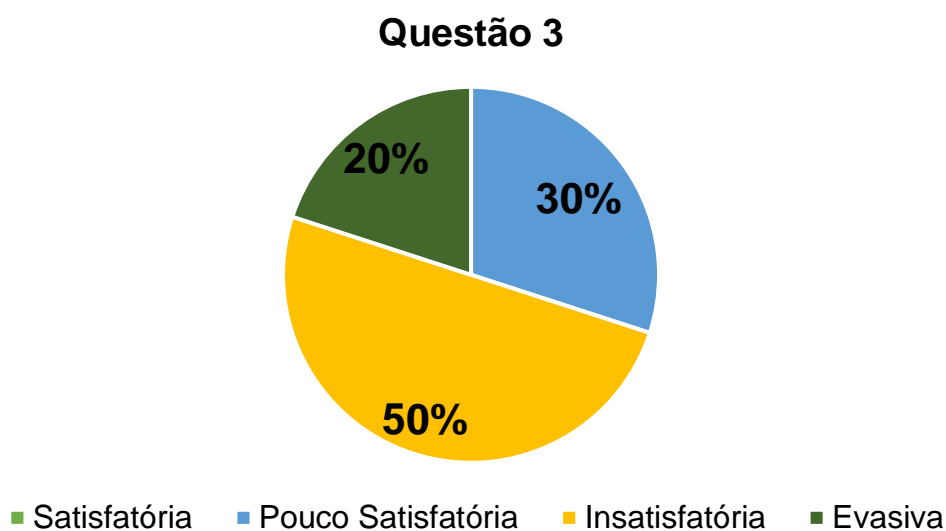
Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a questão 2, que pergunta sobre os verdadeiros problemas ambientais causados diretamente pelo uso da radioatividade e como a irradiação de alimentos está inserida nesse contexto, nenhum dos estudantes respondeu satisfatoriamente, possivelmente, por não compreenderem a temática, ou quiçá a questão; 30% responderam pouco satisfatoriamente, como mostra a figura 06. No geral, os dados sugerem que os estudantes apresentam pouco conhecimento sobre radioatividade e acerca da referida temática. Nesse sentido, também reflete a importância de se trabalhar com este tema e conteúdo por meio da sequência didática em aulas de Química.

Figura 06 – Percentual das respostas à questão 2 do questionário diagnóstico

Fonte: Elaborada pelo autor.

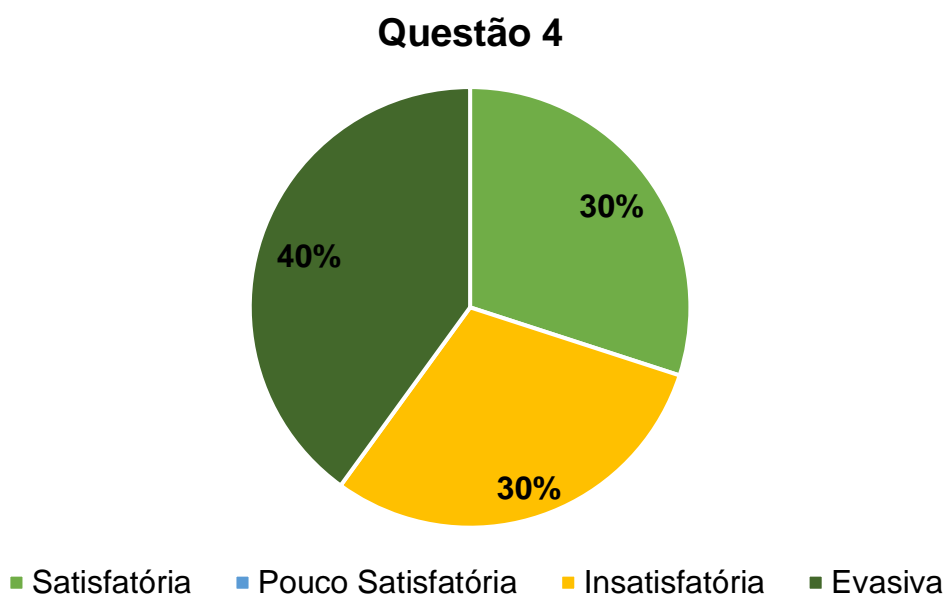
Para a questão 3, que discorre sobre os principais motivos para um átomo ser instável nuclearmente, e da relação do núcleo com a radioatividade de um átomo, nenhum dos estudantes respondeu satisfatoriamente, e 50% responderam insatisfatoriamente como exibe a figura 07. Isso mostra que os estudantes possuem um conhecimento incipiente acerca do que causa a instabilidade nuclear de um átomo. Este conceito é importante e relevante para a compreensão do conteúdo de radioatividade.

Figura 07 – Percentual das respostas à questão 3 do questionário diagnóstico

Fonte: Elaborada pelo autor.

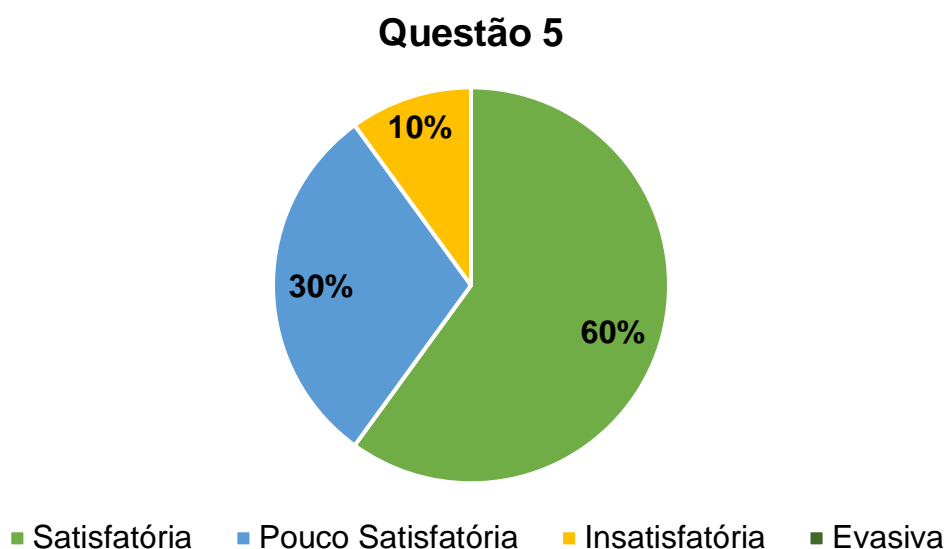
A questão 4 pergunta sobre qual das alternativas de respostas descrevia melhor o que é a irradiação de alimentos, e apresenta os tipos de raios utilizados nesta técnica. 30% dos estudantes responderam satisfatoriamente, 40% responderam a alternativa evasiva (errada) e nenhum deles respondeu pouco satisfatoriamente, como mostra a Figura 08. Estes dados refletem um conhecimento inicial dos estudantes, com relação à temática de irradiação de alimentos, visto que quase metade responderam de maneira satisfatória, diferentemente de outras questões.

Figura 08 – Percentual das respostas na questão 4 do questionário diagnóstico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Já na questão 5, que perguntou qual das alternativas de respostas apresenta a melhor justificativa pela qual é utilizada a técnica de irradiação de alimentos, 60% dos estudantes responderam satisfatoriamente, 30% responderam pouco satisfatoriamente, 10% insatisfatoriamente e nenhum deles respondeu a alternativa evasiva, como exibe a Figura 09. Isto indica que os estudantes possuem certa noção sobre para que serve, apesar de não terem muita aproximação com a definição do que é irradiação de alimentos, e quais os tipos de raios utilizados nesta técnica, como sugere os dados referentes a questão 4.

Figura 09 – Percentual das respostas à questão 5 do questionário diagnóstico

Fonte: Elaborada pelo autor.

Diante dos resultados obtidos, pudemos perceber que o índice de respostas satisfatórias foi baixo em relação ao número de respostas Pouco Satisfatórias, Insatisfatórias e Evasivas, sugerindo pouca aproximação dos estudantes em relação à discussão sobre radioatividade e irradiação de alimentos. Além disso, por meio das respostas, pudemos inferir que trabalhar a temática irradiação de alimentos sob uma perspectiva CTS com os estudantes do Ensino Médio pode trazer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, pois provoca uma motivação maior e traz o conhecimento científico para mais próximo da realidade dos estudantes.

Tal aspecto corrobora com Santos e Mortimer (2013) quando ressaltam que as questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos possibilitam que os conteúdos científicos podem ser estudados de modo articulado com questões políticas, econômicas, éticas, sociais, culturais e ambientais. E esses temas podem ser contemplados, no currículo de Ciências, por meio do ensino de Química.

Diante do exposto, a nosso ver, fica evidente a possibilidade de se trabalhar a temática de irradiação de alimentos, pois é um tema controverso (divide opiniões), e relaciona conhecimentos científicos, Tecnologia e sociedade.

Os temas também podem contribuir no desenvolvimento da criticidade dos estudantes para que haja uma melhor compreensão da realidade e participação social. Nessa direção, o tema irradiação de alimentos aproxima o conhecimento químico para uma melhor compreensão dos problemas sociais e ambientais.

4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL

Na quinta aula da sequência de atividades ocorreu a aplicação do questionário final (Quadro 03), em que os estudantes tiveram entre 40 e 50 minutos para respondê-lo. A análise das respostas indicou um maior índice de respostas satisfatórias, quando comparado com as respostas do questionário diagnóstico.

Apesar de outras atividades da sequência não ter sido analisadas, vale ressaltar, que as aulas expositivas dialogadas, debate em sala de aula, o questionário orientador e a apresentação dos vídeos documentários contribuíram para possibilitar melhores compreensões dos estudantes sobre o conteúdo de radioatividade, e permitiram uma maior participação dos estudantes.

A seguir, são apresentados os gráficos que trazem o percentual das respostas dos estudantes no questionário final. As figuras 10, 11, 12, 13 e 14 mostram o percentual das respostas dos estudantes, respectivamente, nas questões 1, 2, 3, 4 e 5 do questionário final, descritas no quadro 10.

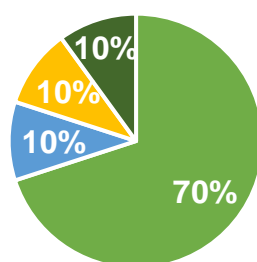
Quadro 10 – Perguntas do questionário final aplicado em sala de aula.

Questão/Enunciado
1. Quais são os principais motivos para um átomo ser instável nuclearmente e qual a relação do núcleo com a radioatividade de um átomo?
2. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é radioatividade e melhor elenca distintas aplicações do fenômeno?
3. Qual das alternativas abaixo descreve melhor o que é a irradiação de alimentos e apresenta os tipos de raios utilizados nesta técnica?
4. Qual alternativa abaixo apresenta a melhor justificativa pelo qual é utilizada a técnica de irradiação de alimentos?
5. Qual alternativa apresenta verdadeiros problemas ambientais causados diretamente pelo uso da radioatividade e melhor descreve como a irradiação de alimentos está inserida nesse contexto?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 – Percentual das respostas à questão 1 do questionário final

Questão 1 (Questão 3 do Questionário Diagnóstico)



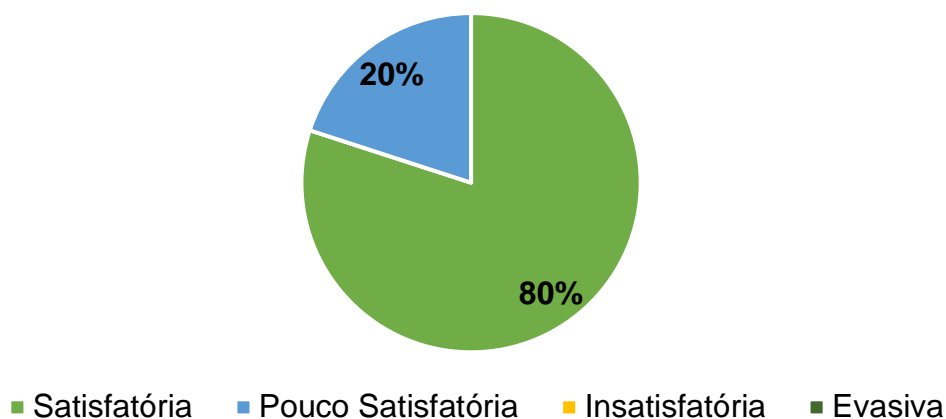
■ Satisfatória ■ Pouco Satisfatória ■ Insatisfatória ■ Evasiva

Fonte: Elaborada pelo autor

Nota-se uma diferença significativa no percentual de respostas satisfatórias para a questão 1, em que o questionário final foi de 70%, enquanto no questionário diagnóstico (se refere a questão 3) foi de 0%, o que pode ser considerado como um indicativo de contribuição e eficácia da sequência didática aplicada.

Figura 11 – Percentual das respostas à questão 2 do questionário final

Questão 2 (Questão 1 do Questionário Diagnóstico)

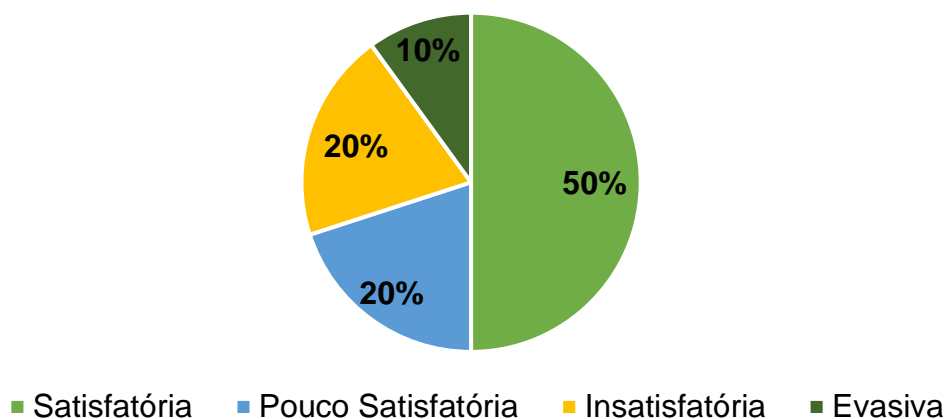


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a questão 2 do questionário final, houve também um avanço significativo na compreensão do conteúdo abordado, em que quase todos os estudantes (80%) responderam satisfatoriamente, que equivale ao dobro em relação ao questionário diagnóstico (questão 1), o que também pode ser um indicativo sobre a eficácia da sequência didática vivenciada pelos estudantes.

Figura 12 – Percentual das respostas à questão 3 do questionário final

Questão 3 (Questão 4 do Questionário Diagnóstico)

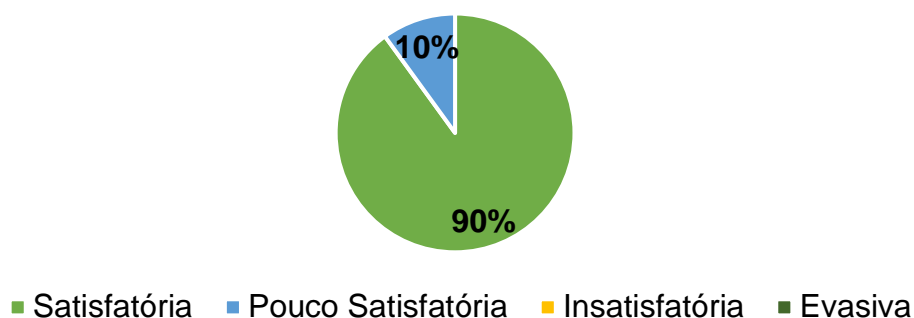


Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesta questão 3 do questionário final, 50% dos estudantes responderam satisfatoriamente, enquanto apenas 1 respondeu a alternativa evasiva. Comparando com as respostas do questionário diagnóstico (questão 4) percebe-se uma evolução muito significativa da compreensão dos estudantes sobre o conteúdo de radioatividade, pois nenhum estudante respondeu satisfatoriamente a esta questão.

Figura 13 – Percentual das respostas à questão 4 do questionário final

Questão 4 (Questão 5 do Questionário Diagnóstico)

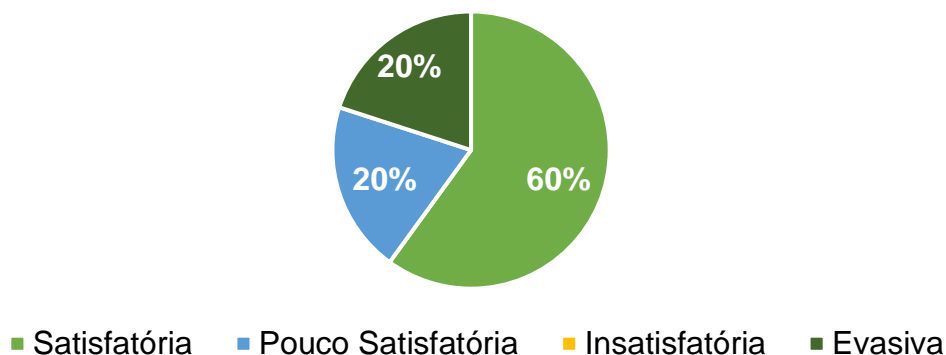


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Nesta questão 4 do questionário final, o resultado também foi bastante expressivo, em que nenhum estudante respondeu de modo insatisfatório ou evasivo. 90% deles responderam satisfatoriamente, que representa um aumento de 30% com relação ao questionário diagnóstico (questão 5), mostrando uma evolução significativa do nível de resposta dos estudantes para esta questão.

Figura 14 – Percentual das respostas à questão 5 do questionário final

Questão 5 (Questão 2 do Questionário Diagnóstico)



Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim, na questão 5 do questionário final, 60% dos estudantes responderam satisfatoriamente, enquanto no questionário diagnóstico (questão 2) este percentual foi de 0%. O que pode ser considerado um indicativo de que houve uma maior apropriação do conteúdo de radioatividade pelos estudantes durante a vivência da SD.

Podemos destacar que as perguntas do questionário orientador foram de suma importância para que os estudantes buscassem uma melhor compreensão do conteúdo de radioatividade atrelado à temática irradiação de alimentos, por meio de processos de reflexão, e um contato mais direto com os conceitos estudados.

Inferimos que este questionário parece se aproximar das questões envolvendo elementos da CTS, como uma forma de procurar estabelecer relações mais próximas entre contexto e conceito, segundo Aikenhead (1990). Nesse sentido, o questionário orientador pode se configurar como um material didático que possibilita uma contextualização no ensino de Química na perspectiva CTS (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Então, é nessa direção que entendemos que a sequência didática desenvolvida nessa pesquisa apresenta características sugeridas para uma abordagem CTS.

Em geral, os resultados da aplicação da sequência didática irradiação de alimentos indicam que esta pode ser utilizada em escolas com diferentes realidades, considerando as atividades propostas como o questionário orientador e diagnóstico, as aulas expositivas dialogadas, e a retomada do questionário diagnóstico ao final da sequência. Ademais, a sequência pode contribuir para que os estudantes percebam que conhecimento químico e social sobre a referida temática é aplicado em atividades que permitem a esterilização de diversos alimentos que consumimos, por exemplo, as frutas. Outras temáticas podem ser discutidas no Ensino de Química, por exemplo, tratamento de água, agrotóxicos, drogas, sustentabilidade, energias renováveis e outros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, a análise do questionário diagnóstico mostrou um percentual de respostas, que indica pouca apropriação dos estudantes com relação a aspectos do conteúdo de radioatividade e irradiação de alimentos abordados nas questões.

Consideramos que o questionário diagnóstico e orientador, as aulas expositivas dialogadas, o vídeo documentário e o trecho do filme exibidos e sua discussão, se mostraram não só como atividades motivadoras, e contribuíram para uma melhor compreensão do conteúdo de Radioatividade pelos estudantes. Os vídeos utilizados se constituem como um material didático adequado para a abordagem CTS, em sala de aula. Além de apresentam animações, imagens e uma linguagem acessível e adequada aos estudantes. A vivência destas atividades repercutiu no aumento do percentual de respostas satisfatórias durante a resolução do final, quando comparado com a análise do questionário diagnóstico aplicado na primeira aula.

A sequência didática Irradiação de Alimentos aplicada a estudantes da primeira série do Ensino Médio, durante o Estágio Supervisionado Obrigatório II, em uma escola particular, possibilitou a ampliação do conhecimento destes sobre a radioatividade, inserindo aspectos conceituais e contextuais, levando-os a uma aprendizagem mais próxima do conhecimento químico escolar, visto que no início os estudantes tinham pouca aproximação com a temática irradiação de alimentos, mas as dificuldades foram minimizadas com a aplicação da sequência didática.

Como aprimoramento dos instrumentos de coleta de dados e atividades da sequência, sugerimos que os questionários diagnóstico e final constem de perguntas abertas sobre conceitos e técnicas, que envolvem a radioatividade articulada ao tema irradiação de alimentos, visando uma análise qualitativa dos dados. Outro ponto é que o questionário orientador pode ser introduzido antes da aula expositiva, como uma atividade de problematização do conteúdo estudado, em que os estudantes possam expressar suas ideias e posições.

Por fim, acreditamos que esse estudo possibilitou uma experiência significativa na formação dos estudantes participantes a partir da vivência das atividades da sequência, as quais possuem um caráter diferenciado das aulas de Química da escola, em que ocorreu a pesquisa. Como perspectivas futuras, espera-se apresentar esta pesquisa nos mais diversos meios de divulgação, para que elementos dela possam ser utilizados por professores nas salas de aula.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Collective Decision Making in the Social Context of Science. **Science education**, v. 69. n.4, p. 453-475, 1985. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730690403>. Acesso em: 09 jul. 2022.
- AIKENHEAD, Glen S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47- 59.
- ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; HOMEM-DE-MELHO, P.; GAMBARDELLA, M. T. P.; SILVALL, A. B. F. O show da Química: motivando o interesse científico. **Química Nova**, São Paulo, 29, n.1, p. 173-178. 2006.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p. 1-13, 2001.
- AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V.S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Santa Catarina, v. 2, n. 1, p. 67–84, 2009.
- BACCIN, B. A. **A Ciência enquanto um tema sociocientífico na formação inicial de professores de Ciência: uma reflexão à cerca das implicações e potencialidades**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências: Química da Vida e Saúde). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2018.
- BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. A escola que queremos: É possível articular pesquisas Ciência-Tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v.8, n. 2, p. 366-370, 2014.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução nº 21, de 26 janeiro de 2001**. Brasília, 2001. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_21_2001.pdf/e029ab48-f60e-45f9-a1f4-aa296f769524?version=1.0 . Acesso em: 09 jul. 2022.
- BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9394.htm. Acesso em: 09 jul. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 09 jul. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares:** ano 03, unidade 06 / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. - Brasília: MEC, SEB, 2012. 47 p

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília: MEC/SESu, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Meio ambiente, Saúde. Brasília, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências Naturais. Brasília, 1998.

BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A. Agrotóxicos: Uma Proposta Socioambiental Reflexiva no Ensino de Química sob a Perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 1-14. 2015

CAVALCANTE, F. S.; FREITAS, J. F.; COUTO, C. A.; TAVARES, G. S. B.; NOGUEIRA, P. G.; LIMA, R. A. DNA Vegetal na sala de aula: o ensino-aprendizagem em Botânica. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades**, [online], v.1, n.1, p.176-191, 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/view/4762/3868> Acesso em: 09 jul. 2022.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

FREITAS, R. O. **O uso de uma controvérsia sócio-científica em escolas públicas do Rio de Janeiro.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2011.

FRENZEN, P. D.; DeBESS, E. E.; HECHERY, K. E.; KASSENBERG, H.; KENNEDY, M.; McCOMBS, K.; McNESS A.. Consumer acceptance of irradiated meat and poultry in the United States. **Journal of Food Protection**, Estados Unidos, v. 64, n. 12, p. 2020-2026, 2001.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A Discussão de Controvérsias Sociocientíficas na Formação de Professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 3, n. 2, p. 81-89, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@ | Pernambuco | Recife | Panorama.** IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>. Acesso em: 24 de jun. 2021.

IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS | #Irradiando06. [S. l.: s. n.], 1 vídeo (10 min e 55 seg). Publicado pelo canal “Canal Irradiação”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aszy9P15zZM>. Acesso em: 22 de jun. 2021.

LACÉ, A. M.; NOGUEIRA, D. X. P. Sequência didática: elementos para reflexão e desenvolvimento. **Rotas de Inovação Universitária – Centro de Educação à Distância – UnB**, 2020. Disponível em: <https://riu.cead.unb.br/orientacoes/2-publicacoes/105-sequencia-didatica>. Acesso em: 23 de jun. 2021.

LEVY, D. S.; SORDI, G. M. A. A.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Construindo pontes entre Ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos. **Revista Brazilian Journal of Radiation**. [online], [s.v], [s.n], p. 1-13. 2018. Disponível em: <https://www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/viewFile/343/266>. Acesso em: 01 out. 2021.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUTTER, R. Food irradiation – the neglected solution to foodborne illness. **Revista Science**, Washington, v. 286, n. 5448, p. 2275-2276, 1999.

MESQUITA, D. W. O.; CARMO, K. A.; FARIAS, S. A. A abordagem de temas sociocientíficos e temas do contexto regional amazônico em escolas públicas do Amazonas. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 18, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Abrapec, 2016.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 26, n. 5, p. 515-535. 2004. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690310001614762>. Acesso em: 13 de out. 2022.

NUNES, P.; CARLA, E.; KELLY, G.; LOPES, M., FRASSINETTI, P. Os Mitos e as verdades da irradiação de alimentos. **Revista Ciências biológicas e da saúde**, Recife, v. 1, n.3. p. 103-110. 2014. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/facipesaude/article/viewFile/1721/923>. Acesso em: 01 out. 2021.

OLIVEIRA, V. B. **Jogos de regras e resoluções de problemas**. 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2004.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v.13, n.1, p. 71-84, 2007.

RADIOACTIVE. Direção de Marjane Setrapi. Israel: StudioCanal; Working Title Films; Shoebox Films, 2020 (1h e 51min).

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, M. A. Um Experimento de Baixo Custo Para Medir a Potência do Sol e a Temperatura da Sua Superfície e Refletir Sobre o Efeito Estufa e o Aquecimento Global. **HOLOS**, [S. l.], v. 1, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/5442>. Acesso em: 09 ago. 2022.

SANTOS, W. L. P., MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p.191-218, 2016.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v.1, número especial, p. 1-12. 2007.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 4ª ed. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí. 2010.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002. Disponível em:([PDF](#)) [A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 09 jul. 2022.

SILVA, E. L. S. **Contextualização no ensino de Química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de Química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SIMÕES NETO, José Euzébio. **Abordando o conceito de isomeria por meio de situações-problema no ensino superior de Química**. 2009. 121 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

USBERCO, J; SALVADOR, E. **Química**, volume único. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

VIEIRA, R. P.; NUNES, A. C.; REZENDE, R. E.; CARVALHO, W. J.; GHERARDI, S. R. M. Irradiação de alimentos: uma revisão bibliográfica. **Multi-Science Journal**, Urutaí, v. 1, n. 5, p. 57-62, 2016.

VIEIRA, M. M. F. e ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

VOGEL, M.; MARI, C. F. Uso de temas químicos sociais como proposta de ensino de Química. In: SANTANA, E.; SILVA, E. (orgs). **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João, p. 37-62, 2014.

WATANABE, G; KAWAMURA, M. R. D. Abordagem Temática e Conhecimento Escolar Científico Complexo: Organizações Temática e Conceitual Para Proposição de Percursos Abertos. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 22(3), p. 145–151, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p145>. Acesso em: 09 ago. 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa** – como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.