

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JULIANA FELIX DE OLIVEIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM DO CONTEÚDO
DA RADIOATIVIDADE COM BASE EM UM JURI SIMULADO**

RECIFE

2021

JULIANA FELIX DE OLIVEIRA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM DO CONTEÚDO DA RADIOATIVIDADE COM BASE EM UM JURI SIMULADO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

Recife

2021

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)

048s Oliveira, Juliana Félix de
 Sequência Didática para Abordagem do Conteúdo da Radioatividade Com Base em um Júri simulado /
 Juliana Félix de Oliveira. - 2021.
 53 f. : il.

Orientador: Jose Euzebio Simoes Neto.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Recife, 2021.

1. Sequência Didática. 2. Júri Simulado. 3. Radioatividade. I. Neto, Jose Euzebio Simoes, orient. II. Título

CDD 540

JULIANA FELIX DE OLIVIERA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM DO CONTEÚDO
DA RADIOATIVIDADE COM BASE EM UM JURI SIMULADO**

Aprovada em: 03/03/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto (Orientador)
Departamento de Química
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Angela Fernandes Campos (1ª avaliadora)
Departamento de Química
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Ma. Amanda Maria Vieira Mendes Sales (2ª avaliadora)
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Doutor e orientador Euzebio Simões pela paciência, empenho e ajuda na realização deste sonho. Agradeço a minha mãe, minha irmã e meu namorado por sempre me apoiarem durante essa trajetória.

Agradeço aos amigos que construí ao longo da graduação, em especial ao grupo “Ruralindas”, Paula Monteiro, Fabiana Thayse, Juliana Raysa, Saimol Rodrigues e Kelly Plausda pelas risadas compartilhadas, por todo carinho e ajuda.

Agradeço ao Programa PIBID, onde aprendi a gostar de estar em sala de aula.

Agradeço ao programa PET - Políticas Públicas, onde compartilhei momentos incríveis com alunos de outras áreas.

Agradeço a mim por ter conseguido chegar e ultrapassar todos os obstáculos que surgiram durante a graduação e ter chegado até aqui.

RESUMO

O presente estudo analisa as contribuições de uma sequência didática baseada no modelo 5E de Patro na construção dos conceitos sobre o conteúdo radioatividade. Para isso, utilizamos como estratégias um júri simulado, uma situação-problema e a construção e discussão de um infográfico. Ainda compunham o material da intervenção a exibição e debate sobre um vídeo acerca do acidente com Césio-137 em Goiânia, um questionário para levantamento das concepções prévias e um guia de pesquisa e elaboração de infográficos, que tinham por objetivo ampliar as discussões sobre a temática e contribuir para a construção de conceitos necessários para a resolução da situação-problema e participação no júri simulado. A pesquisa foi realizada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, com cerca de 20 participantes. Para coleta e construção de dados utilizamos questionário e gravação de áudio, por meio de Smartphone, aparelho de telefonia celular. Os resultados foram agrupados em categorias para posterior análise das respostas do questionário das concepções prévias e da situação-problema. O levantamento das concepções prévias nos mostrou que os alunos identificam a compreensão sobre a existência da radioatividade e sua participação na sociedade em que vivemos, mesmo que os estudantes não consigam explicar quais conceitos químicos estão envolvidos nas suas afirmativas. As respostas dadas pelos estudantes a situação-problema pouco dialogam com os conceitos científicos sobre radioatividade, porém, observamos em suas respostas uma mudança significativa em relação as respostas da avaliação diagnóstica, pois passaram a ver a radioatividade não apenas. O júri simulado foi avaliado na busca de identificar, nas falas dos estudantes, os conceitos químicos que envolviam a temática específica. A sequência didática proposta parece ser uma boa alternativa para construção de conceitos que envolvem a radioatividade, pois permite o desenvolvimento dos conceitos científicos e a construção de conhecimento de uma perspectiva ativa dos estudantes e considerando benefícios e problemas associados ao uso da radioatividade na sociedade.

Palavras-chave: Sequência Didática. Júri Simulado. Radioatividade.

ABSTRACT

This study analyzes the contributions of a didactic sequence based on Patro's model 5E in the construction of concepts about radioactivity content. For this, we used as strategies a simulated jury, a problem-situation and the construction and discussion of an infographic. The intervention material also included the exhibition and debate on a video about the accident with Cesium-137 in Goiânia, a questionnaire to survey previous conceptions and a guide for research and development of infographics, which aimed to expand discussions on the theme and contribute to the construction of concepts necessary for the resolution of the problem-situation and participation in the simulated jury. The research was carried out in a class of the 3rd year of high school, with about 20 participants. For data collection and construction, we used a questionnaire and audio recording, using a Smartphone. The results were grouped into categories for further analysis of the questionnaire responses to previous conceptions and the problem-situation. The survey of previous conceptions showed us that students identify the understanding about the existence of radioactivity and their participation in the society in which we live, even though students are unable to explain which chemical concepts are involved in their statements. The answers given by the students to the problem-situation have little to do with the scientific concepts about radioactivity, however, we observed in their responses a significant change in relation to the responses of the diagnostic evaluation, as they started to see radioactivity not only. The simulated jury was evaluated in the search to identify, in the students' speeches, the chemical concepts that involved the specific theme. The proposed didactic sequence seems to be a good alternative for building concepts that involve radioactivity, as it allows the development of scientific concepts and the construction of knowledge from an active perspective of students and considering benefits and problems associated with the use of radioactivity in society.

Keywords: Didactic Sequences. Simulated Jury. Radioactivity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 FUNDAMETAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	10
2.1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA.....	12
2.1.2 JÚRI SIMULADO	14
2.1.3 RADIOATIVIDADE.....	16
3 METODOLOGIA	20
3.1 CONTEXTOS DA PESQUISA.....	20
3.2 ETAPAS DE ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	20
3.3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	25
3.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 ANÁLISE DO QUÉSTIONÁRIO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS..	30
4.2 ANÁLISE DO INFOGRÁFICO.....	35
4.3 ANÁLISE DO JÚRI SIMULADO	35
4.4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO- PROBLEMA.....	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A.....	44
APÊNDICE B.....	45
APÊNDICE C.....	50
APÊNDICE D.....	52

1 INTRODUÇÃO

Desde a sua descoberta a radioatividade foi aplicada de diversas formas, como tratamento de beleza que prometia "rejuvenescer e revitalizar a pele" (LIMA; PIMENTEL e AFONSO, 2011), na medicina em tratamentos radioterápicos, na irradiação de alimentos para retardar seu envelhecimento e em usinas de geração de energia, as chamadas usinas nucleares (XAVIER *et al.*, 2007). No entanto, a radioatividade termina por assumir um caráter negativo frente à opinião pública. Ao longo dos anos diversos acidentes ocorreram ao redor do mundo envolvendo a radioatividade, como em Chernobyl, Fukushima e em Goiânia com o cézio 137. Esses incidentes favoreceram para que a radioatividade seja vista pela população como algo ruim que possui algumas aplicações benéficas (ARAUJO, *et al.*, 2018).

A palavra radioatividade representa para muitas pessoas algo perigoso, associado a armas e acidentes nucleares. Essa parcela da população não possui o conhecimento real sobre a radioatividade e os seus benefícios nos diferentes segmentos da vida cotidiana e, em geral, divulgam uma imagem negativa do fenômeno, quando na verdade suas aplicações práticas abrangem diversas áreas como, por exemplo, na indústria alimentícia para conservação de alimentos e na agricultura atuando na eliminação de insetos em grãos (ARAUJO, *et al.*, 2018). Ainda, a radioatividade também é utilizada para detectar descontinuidade e heterogeneidades na matéria, os radioisótopos são empregados como traçadores para encontrar o vazamento de líquidos, como o petróleo, ou gases. Na medicina a radioatividade possui um leque diferenciado de aplicabilidades, destacando-se a radioterapia, um método importante para eliminação de células tumorares, nesse processo utiliza-se radiação gama, raios-x ou feixe de elétrons para o tratamento de tumores, eliminando assim as células cancerígenas e impedindo o seu desenvolvimento (PINTO e MARQUES, 2010)

Discutir questões que envolvem a radioatividade no currículo escolar, contribui para ajudar os estudantes a construir uma ciência de responsabilidade social e ética para o meio. Pois é importante que o jovem promova a sua própria capacidade de avaliar todas as informações mencionadas sobre o assunto para que possa julgar sua conduta social. Por exemplo, a radioatividade traz benefícios e riscos no uso da energia nuclear, a exposição à radiação na medicina, a questão do lixo atômico, entre outros riscos (SANCHES; NEVES e REQUESTTI. *et al.*, 2006)

Mesmo sendo um tema difundido socialmente, em sala de aula a radioatividade é pouco abordada, e quando ocorre a abordagem é feita de forma superficial. Visando apenas aspectos relativos aos constituintes do núcleo e as reações nucleares, muitas vezes sem relação com o dia-a-dia dos alunos (PINTO e MARQUES, 2010). A falta de compreensão sobre a utilização da radioatividade no cotidiano contribui para construção de pré-conceitos sobre o tema.

Silva (2009) aponta que nos livros didáticos não há uma preocupação nos textos, com as questões éticas, políticas e sociais e não propiciam o estabelecimento de relação de riscos e/ou benefícios do uso da energia nuclear. Ainda, existem poucos trabalhos publicados relacionado o ensino de Ciências e o tema radioatividade. Por fim, a complexidade do mundo atual não mais permite que o Ensino Médio seja encarado apenas como um preparatório para os exames de seleção para as universidades e faculdades, onde o estudante é treinado para resolver questões engessadas, que exigem sempre uma mesma resposta padrão. A vida exige que cada indivíduo se posicione, julgue e seja capaz de tomar decisões (PRATES JÚNIOR; SIMÕES NETO, 2015).

Decidimos abordar o tema radioatividade por ele fazer parte do currículo escolar. E normalmente ser deixado como ultima opção a ser trabalhada em sala pelos professores do ensino médio. Durante nossa pesquisa bibliográfica não encontramos trabalhos que abordassem a temática radioatividade baseada no método 5E de Patro.

Diante do que exposto, propusemos uma sequência didática para trabalhar os conceitos da radioatividade, baseada no método 5E de Patro (2008), em uma visão construtivista, na qual o aluno tem a oportunidade de assumir um papel mais ativo no processo de aprendizagem. A sequência foi proposta para buscar a resposta ao seguinte problema de pesquisa: **De que forma uma sequência didática baseada no método 5E de Patro (2008) pode auxiliar na aprendizagem dos conceitos da radioatividade?**

Para responder essa questão, traçamos como objetivo geral analisar as possíveis contribuições de uma sequência didática elaborada a partir do método 5E de Patro para o aprendizado dos estudantes pesquisados sobre os aspectos da radioatividade.

2 FUNDAMETAÇÃO TEÓRICA

Apresentaremos nesta seção a fundamentação teórica utilizada para embasamento da pesquisa, a saber: sequências didáticas, situações-problema e júri simulado, bem como uma reflexão sobre o conteúdo radioatividade.

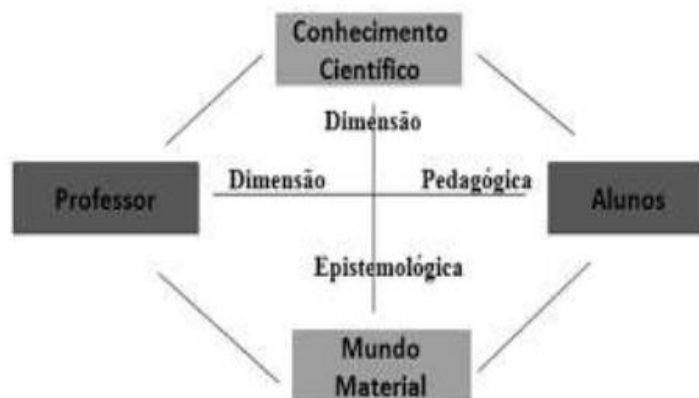
2.1 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

De acordo com Méheut (2005) uma sequência didática é um conjunto de atividades relacionadas entre si, organizadas e planejadas para o ensino de determinado conteúdo. Ela é entendida como um instrumento de fortalecimento das relações entre teoria e as práticas desenvolvidas em sala de aula (PAIS, 2002 apud GIORDAN, 2012). Ela pode ser comparada a um plano de aula, porém, com maiores extensões, pois enquanto o plano de aula se preocupa com aspectos teóricos metodológicos para apenas uma aula, a sequência didática buscar a integração de várias aulas, normalmente acompanhada de um tema geral que é discutido segundo os aspectos abordados na sequência.

Segundo Simões Neto e Cruz (2018) uma sequência didática possibilita o aluno ter um papel mais ativo na construção de significados relativos ao conteúdo escolar, em situações em que o professor e a atividade proposta atuam como mediador do processo. Zabala (1998) defende que identificar as fases, atividades e relações estabelecidas em uma sequência didática servem para compreensão de seu valor educacional, bem como as mudanças e inserção de atividades que melhorem a sequência.

Para Méheut (2005) ao elaborar uma sequência didática deve-se levar em consideração alguns componentes, sendo eles o professor, o aluno, o mundo material e o conhecimento científico. Esses quatro componentes originam as dimensões epistemológicas e pedagógicas. A primeira refere-se à construção do conhecimento científico e sua relação com o mundo material, e se trata da análise dos conteúdos a serem ensinados e os possíveis problemas que eles podem ter para responder, oriundos do mundo real. A segunda representa as interações entre professor-aluno e aluno-aluno. Essas relações podem ser observadas na figura 1.

Figura1- Losango didático que descreve o planejamento sequência didática.



Fonte: Méheut (2005, adaptada)

Méheut (2005) destaca também dois tipos de abordagem que devem ser utilizadas na elaboração de uma sequência: o conflito cognitivo, focado no estudante, suas concepções e formas de raciocínio. Ela acredita que a aprendizagem se dá por meio do conflito das idéias dos alunos com o mundo material. A segunda é a epistêmica, sendo essa focada no conhecimento a ser desenvolvido em relação ao mundo físico e sua gênese histórica. Essas duas concepções se entrelaçam num terceiro tipo de abordagem ao qual ela chamou de construtivismo integrado. Nesse último processo de desenvolvimento a atenção não é apenas voltada para a dimensão epistemológica e pedagógica, uma grande parte é voltada para os alunos, suas concepções, suas formas próprias de raciocínio e a dimensão motivacional das situações de ensino e aprendizagem.

Ainda em Méheut (2005) encontramos definições acerca da validação de sequências didáticas, que pode ser realizada a partir de dois processos: a validação externa e a validação interna, que se complementam. A validação externa, na grande maioria dos casos, é realizada por meio de pré-testes e pós-testes, buscando uma forma de relacionar o ensino tradicional, geralmente empregado na abordagem dos conteúdos em sala de aula, com a aprendizagem realizada pela aplicação da sequência didática. Enquanto a validação interna vai avaliar os resultados obtidos a partir do desenvolvimento da sequência em relação aos objetivos delimitados no início do trabalho. Essa análise é feita utilizando os pré e pós-testes, bem como a observação crítica de cada etapa da sequência.

Considerando os pressupostos teóricos citados anteriormente, elaboramos uma sequência didática para abordar os conceitos da radioatividade. Ela é baseada no modelo 5E de Patro (2008). Esse método oferece aos alunos um papel mais ativo no processo de aprendizagem, é baseado em uma visão construtivista da educação e consiste em cinco fases: engajamento, explicação, exploração, elaboração e avaliação. Uma das atividades que podemos utilizar na sequência é uma situação-problema, que discutiremos a seguir.

2.1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Segundo Freire (2005), a educação deve ser um processo incessante, inquieto e permanente de busca ao conhecimento. Se opondo a uma educação bancária, na qual os que se julgam sábios doam seus conhecimentos. O professor deve despertar no aluno o espírito crítico a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido. Uma vez que não é mais aceito tratar os alunos como meros receptores (FRANCISCO JR., FERREIRA e HARTWIG, 2008). Uma situação-problema dá ao aluno a oportunidade de ser mais participativo na construção do seu conhecimento.

Uma situação problema é uma situação didática na qual se propõe ao sujeito a realização de uma tarefa, tendo como objetivo principal a construção do conhecimento acerca do tema abordado e não a realização da tarefa tão somente. Essa aprendizagem é evidenciada ao se vencer o obstáculo proposto, conforme indica Meirieu (1998). Ao se deparar com um problema o sujeito se vê em conflito, diferentemente do exercício ele não pode utilizar mecanismos como fórmulas, algoritmos e equações para resolvê-la (BATINGA; TEIXEIRA, 2014).

Para Meirieu (1998), uma aprendizagem baseada na resolução de problema proporciona ao aluno autonomia, pois provoca nele a buscar por respostas e não apenas absorver informações que são oferecidas pelo professor. É importante que o aluno reconheça que uma situação-problema é um desafio intelectual e que para superá-lo é necessária a construção do conhecimento do objeto de estudo.

Segundo o autor, uma situação-problema deve apresentar seis características: 1) Inicialmente é proposto a realização de uma tarefa; 2) Para a realização desta é necessário transpor um obstáculo; 3) Esta transposição do obstáculo deve representar um nível maior no desenvolvimento cognitivo do

sujeito; 4) O obstáculo deve se constituir o verdadeiro objetivo da aquisição do educador a ser transportado; 5) É necessário apresentar um sistema de restrições para que , assim consigam direcionar o sujeito para realização da tarefa e para que não execute o projeto sem enfrentar obstáculos e , por ultimo, 6) Torna-se importante o fornecimento de um conjunto de recursos para que o aluno possa vencer esses obstáculos.

Para trabalhar com situação-problema é necessária uma mudança de postura tanto na prática do professor quanto do aluno. O aluno é levado a construir seu próprio conhecimento por meio de pesquisas, ele passa a ter grande influencia sobre as atividades que são propostas (SILVA, 2009). Isso faz com que o aluno recorra as suas representações sobre o contexto que está sendo abordado (SILVA; ALMEIDA; CAMPOS, 2014). O papel do professor vai muito além do que um conhecedor da matéria que está sendo ensinada, ele estimula o aluno aprender a aprender. Segundo Azevedo, (2004) o professor que escolher trabalhar com problemas deve-se tornar um professor questionador, que argumente, sabendo conduzir perguntas, estimular, propor desafios passando de simples expositor a orientador do processo de ensino.

A utilização de uma situação problema é uma alternativa para se abordar os conteúdos da disciplina de química, pois dá autonomia e estimula o estudante a desenvolver ações que possibilitem a sua resolução (MEIRIEU, 1998). Para o autor é necessário atender alguns questionamentos ao se construir uma situação problema:

1. Qual o meu objetivo? O que quero fazer com que o aluno adquira e que para ele representa um patamar de progresso importante?
2. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada o acesso a este objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução etc.)?
3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização de tarefa, o acesso ao objetivo? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir? Que instruções-alvo devo dar para que os alunos tratem os materiais para cumprir a tarefa? Que exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem?
4. Que atividades posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento? (MEIRIEU, 1998, p. 181).

Pode-se utilizar uma situação problema para diferentes finalidades, incluindo a avaliação e o aprofundamento da aprendizagem dos conceitos. A situação-problema sendo usada após a intervenção didática tem como propósito atribuir nota ou conceitos oferecendo uma visão geral sobre o

desempenho dos alunos (SILVA, 2009). O objetivo da utilização da avaliação é verificar o que foi construído ao final da intervenção e avaliar eficácia da situação-problema (MEIRIEU,1998). Utilizaremos uma situação-problema como estratégia didática para avaliar o que foi construído pelos alunos ao longo das atividades desenvolvidas.

Outra possibilidade de atividade que pode fazer parte de uma sequência didática é o júri simulado, que discutiremos a seguir.

2.1.2 JÚRI SIMULADO

Segundo Soares (2004) a aprendizagem é uma capacidade natural, é uma característica peculiar ao ser humano e está tão integrada ao homem que é quase involuntária. Toda aprendizagem, escolar ou não, está baseada no princípio da imitação, seja ela produzida com fundamentação didática ou não, por meio de um professor ou de qualquer outro dispositivo promotor da aprendizagem. Porém, nem tudo é imitação, e em determinado momento o sujeito inova, apesar de alterar costumes e padrões, e essa inovação está ligada direta ou indiretamente ao conhecimento acumulado por esse sujeito, através da história, de sua cultura e de suas experiências pessoais.

Oliveira e Soares (2005) citando Piaget e Bruner, afirmam que o interesse e a curiosidade fazem parte dos mecanismos de aprendizagem, por meio das estruturas de assimilação e acomodação. Os autores ainda dizem que o interesse expresso pela curiosidade é elemento gerador da aprendizagem, desde que permita ao sujeito uma análise profunda do conceito. Sendo o interesse algo pessoal e imaterial é possível que um mesmo objeto de estudo gere diferentes tipos de interesse, indicando possibilidades práticas ilimitadas de motivação de uma pessoa.

Ainda segundo os autores, a utilização do lúdico como charadas, quebra-cabeças, problemas diversos, jogos e simuladores entre outros para ensinar conceitos em sala de aula, pode ser uma alternativa que desperte esse interesse no sujeito e como consequência, motivá-lo a buscar soluções e alternativas que resolvam e expliquem as atividades lúdicas que foram propostas.

Soares (2004) destaca que existe uma confusão em torno da definição de jogo, atividade lúdica, simulação e brincadeira. Para ele, atividade lúdica é definida como uma ação divertida, independentemente do contexto lingüístico, desconsiderando o objeto envolto na ação. Se há regras, essa atividade lúdica

pode ser considerada jogo. Já a brincadeira é definida como o ato ou efeito de brincar, oriundo de um jogo ou de uma atividade lúdica. A simulação pode ser caracterizada como uma atividade lúdica se for divertida e prazerosa, ou simplesmente jogo, se houver regras previamente estabelecidas. Para ele, o jogo seria qualquer atividade lúdica que tenha regra, com ou sem competição e dependendo do objetivo leve ao ato de brincar.

Novamente aportamos no texto de Oliveira e Soares (2005), que destacam duas funções acerca da utilização de jogos e das atividades lúdicas em sala de aula. Primeiro, a função lúdica, inerente ao jogo ou a atividade lúdica, propicia a diversão, o prazer e até o desprazer quando escolhido voluntariamente. Segundo, a função educativa, relacionada ao ensino de qualquer coisa que complemente o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua compreensão de mundo. O desafio na utilização de atividades lúdicas em geral está em equilibrar as duas funções, para que possa haver aprendizado de forma lúdica, pois, se há um predomínio da função lúdica, não há ensino, apenas jogo, e se a predomínio da função educativa, não há jogo, apenas material didático.

Um júri simulado é uma atividade lúdica em que um ou mais eventos são debatidos, postos em julgamento. Nessa atividade os alunos são divididos em grupos, de acusação e de defesa do júri e, em alguns casos, réu ou testemunhas. O professor deve coordenar a ação, podendo assumir o papel de juiz. O caso a ser julgado pode ser real ou fictício.

Como exemplo de um júri simulado para o ensino de química, apresentamos a proposta de Andrade e Colaboradores (2015), *Júri Simulado como proposta da abordagem dos combustíveis no Ensino Fundamental*. Os autores utilizam como eixo de articulação um estudo de caso fictício acerca do fechamento de um posto de combustíveis e, nesse contexto, abordam os conceitos químicos de substâncias, misturas, densidade, concentração solubilidade e separação de misturas, que são importantes para entender as situações relacionadas com o tema. Ainda, a escolha do tema se deu pela possibilidade em abordar os conceitos químicos e também por ser um tema social presente no nosso cotidiano. Os benéficos, malefícios, as consequências à saúde pública e ao meio ambiente foram os pontos chaves do estudo.

Este trabalho apresentará uma atividade lúdica que, considerando as regras estabelecidas pela autora do júri, se caracteriza também como jogo. A atividade foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, com a participação do professor titular da disciplina de química e alunos presentes em

sala, com o objetivo trabalhar os conceitos da radioatividade, temática que discutimos a seguir.

2.1.3 RADIOATIVIDADE

Ao realizar experimentos com substâncias fosforescentes e fluorescentes, para verificar se elas emitiam raios-x o francês Henry Becquerel (1852-1908) inicialmente obteve resultados negativos. Repetindo os experimentos e utilizando Urânio, ele concluiu que a radiação penetrante emitida era devido ao elemento Urânio e não tinha relação com o fenômeno da fluorescência. Essa radiação posteriormente ficou conhecida como raios de Becquerel (XAVIER *et al.*, 2007). A descoberta dos raios-X por Wilhelm Roentgen (1845-1923) permitia a visão do interior do corpo humano por meios das radiografias. Isso causou mais impacto do que a descoberta da radioatividade que não podia ser vista pelas pessoas (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011).

Muitos cientistas, além de Becquerel e Röntgen, se dedicaram a estudar os fenômenos da radioatividade e entre eles podemos destacar Pierre e Marie Curie, J. J. Thomson (1856-1940) e Ernest Rutherford (1871-1937). O interesse por esse fenômeno levou a publicação de descobertas quase que simultaneamente, como ocorreu quando identificaram as emissões alfa (α) e beta (β) de forma independente pelos cientistas Rutherford e Pierre Curie. A descoberta da radiação gama (γ) ficou a cargo do físico Francês Paul Villard (1860-1934). Logo em seguida, Rutherford propôs a existência do núcleo atômico e verificou que as emissões α , β e γ eram um fenômeno que ocorria com os núcleos instáveis de alguns elementos químicos. Este fenômeno ficou conhecido como decaimento radioativo, onde os átomos do elemento original eram eventualmente transformados em novos elementos (XAVIER, 2007).

Dentre os pesquisadores que se destacaram ao estudar a radioatividade, o casal Curie foram os mais notáveis. Marie (1867-1906) e Pierre Curie (1859-1906) começaram a pesquisar de onde vinham as radiações observadas por Becquerel no minério Urânio. O casal Curie conseguiu medir as radiações emitidas por esse minério e confirmou que eram propriedades intrínsecas do elemento Urânio, sua intensidade era proporcional a quantidade de Urânio presente na substância e não dependia da combinação química, da fase de agregação nem de condições exteriores (XAVIER, 2007).

As descobertas envolvendo a radioatividade estimularam não apenas as pesquisas que buscavam entender aqueles novos fenômenos como também propor aplicações destas (LIMA; PIMETEL; AFONSO, 2011). O projeto Manhattan foi criado pelos Estados Unidos em 1942, diante da possibilidade dos alemães desenvolverem a bomba atômica (MERÇON; QUADRAT, 2004)

Esse projeto reuniu a maior concentração de cientistas de diversas nacionalidades, inclusive refugiados do regime nazi-fascista, que se empenharam na construção da bomba norte americana. Em 1945, esse objetivo foi alcançado. As explosões de duas bombas levaram a rendição do Japão e o final da segunda guerra. Em 6 de agosto, cerca de 80 mil pessoas morreram na explosão de uma bomba de urânio em Hiroshima (MERÇON; QUADRAT, 2004).

Três dias depois, outras 40 mil pessoas foram vítimas fatais de uma bomba de plutônio em Nagasaki. Esses números não estão incluídos as vítimas que vieram a falecer dos males recorrentes da radiação. Nos anos 1950, iniciou-se a utilização racional da energia nuclear, com a criação das usinas nucleares.

A utilização da energia nuclear para produção de energia elétrica é positiva no sentido de não poluir a atmosfera, pois não produz poluentes, gasosos e também não consome combustíveis fósseis. Porém a construção e manutenção dessas usinas têm um preço elevado, além dos problemas com os resíduos e perigo de acidentes (SILVA, 2008).

Ao longo dos anos a história registrou diversos acidentes, ao redor do mundo envolvendo usinas nucleares. Um dos mais famosos ocorreu na usina de Chernobyl em 1946, na Ucrânia. Documentários e relatórios afirmam que houve uma falha humana e do reator durante a realização do teste de segurança, que culminou com a explosão do reator. Lançando na atmosfera uma nuvem de fumaça tóxica que atingiu diversos países da Europa (CHEMELLO, 2010).

Em 2011, um tsunami, resultado de um terremoto localizado em alto mar, atingiu a usina de Fukushima, no Japão. Como consequência o sistema de resfriamento da usina foi avariado. Para tentar contornar a situação os técnicos injetaram água do mar nos reatores, porém sem sucesso. Ocorreram três explosões, ocasionando vazamento radioativo, os níveis de radiação em torno da usina superaram em oito vezes o limite de segurança, sendo necessário a evacuação da população próxima a usina.

Outros acidentes envolvendo usinas nucleares ocorreram na Inglaterra, na usina de Windscale em 1957. Um incêndio no núcleo do reator moderado por grafite levou ao vazamento de material radioativo para a atmosfera das regiões vizinhas, por um período a venda de leite oriundo dos rebanhos locais foi proibida. O acidente na usina de Three Mile Island, em 1979, na Pensilvânia, foi devido à falha no equipamento e erro operacional, que resultou na perda gradual de água de resfriamento no núcleo do reator e consequentemente liberação de gases na atmosfera, principalmente Xenônio, Criptônio e traços de Iodo (XAVIER, 2007).

O Brasil também registra um incidente envolvendo a radioatividade. Em 1987, em Goiânia, o manuseio e a violação indevida de um aparelho de radioterapia abandonado no local que funcionava o Instituto Goiano de Radioterapia gerou um incidente que envolveu direta e indiretamente centenas de pessoas. Com a violação do equipamento, foram espalhados no meio ambiente vários fragmentos de Cs-137 na forma de um pó brilhante.

Essa violação culminou com a contaminação de diversos locais, incluindo o ferro-velho para onde inicialmente o aparelho foi levado, os funcionários do local, parentes e amigos que por sua vez levaram o material radioativo para suas casas . Porém a radioatividade não se resume apenas em tragédias. Sua utilização na área de saúde originou a medicina nuclear que utiliza a radioatividade para diagnóstico e tratamento de doenças (SILVA, 2008).

Uma variedade de exames pode ser realizado por meio da utilização de material radioativo, principalmente para localizar e acompanhar o desenvolvimento de tumores . Dentre as técnicas mais utilizadas se destaca a cintilogia, exame no qual radioisótopos são administrados para o paciente por via oral ou endovenosa. O radioisótopo utilizado depende do órgão a ser examinado. A radiação emitida pelo radioisótopo possibilita a formação de imagem do órgão examinado (SILVA, 2008).

Outra importante aplicação da radioatividade está na conservação de alimentos. A irradiação de alimentos tem a capacidade de esterilizar e eliminar microorganismos e fungos que causam sua decomposição. Reduzindo as perdas naturais causadas por processos como brotamento, e envelhecimento sem causar qualquer prejuízo ao alimento, pois nenhuma das alterações conhecidas são nocivas ou perigosas (COUTO; SANTIAGO, 2010).

Apesar do tema radioatividade estar presente no nosso cotidiano e também fazer parte do currículo escolar, trata-se de um tema pouco abordado

em sala de aula, quando ocorre, é de forma superficial ou equivocada (PINTO e MARQUES, 2010). Normalmente a sua abordagem é baseada na memorização de conteúdos visando apenas à aprovação, tornando o ensino de química distanciado do cotidiano dos alunos. A proposta desse trabalho é aproximar os conceitos da radioatividade a realidade do aluno para que venham contribuir no processo de aprendizagem, diminuindo assim a distância entre a teoria e o dia-a-dia dos alunos.

3 METODOLOGIA

Apresentaremos nessa seção a estrutura metodológica deste trabalho de pesquisa, descrevendo os sujeitos, as etapas de elaboração e aplicação e a coleta e análise dos dados.

3.1 CONTEXTOS DA PESQUISA

A aplicação da sequência didática foi realizada em uma turma diurna regular do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola da rede pública de ensino, localizada no município de Jaboatão dos Guararapes, região metropolitana do Recife. A turma era constituída por vinte e nove alunos, mas durante as atividades o número de alunos participantes não ultrapassou, em nenhum momento, vinte estudantes.

As aulas de intervenção ocorreram durante a vigência de estágio curricular obrigatório, nos horários da manhã e tarde, combinado previamente com o professor da disciplina de Química, com duração de 1h/aula, com algumas dessas aulas geminadas.

3.2 ETAPAS DE ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A primeira etapa constituiu da escolha do tema e sua articulação com os conceitos químicos trabalhados no 3º ano do Ensino Médio. A segunda etapa da elaboração foi à construção da sequência didática, segundo as ideias de Méheut (2005), e considerando a estrutura proposta no modelo 5E de Patro (2008). Esse modelo propõe uma participação mais ativa do aluno durante o processo de aprendizagem.

A sequência é composta de um questionário para levantamento das concepções prévias um guia para construção de um infográfico, um júri simulado e, por fim, uma situação-problema. Tais atividades serão mais detalhadas a seguir.

3.2.1 Escolha do tema e sua articulação com os conteúdos científicos

A escolha da radioatividade foi motivada por ser um tema que faz parte do currículo escolar, porém, pouco trabalhado em sala de aula. Normalmente é deixado pelo professor de química para ser abordado ao final do ano, caso ainda haja tempo e, quando abordado, é de forma superficial e sem relação com o cotidiano do aluno, focando em aspectos que envolvem os constituintes

do núcleo atômico e as reações nucleares. Essa falta de interação com o dia-a-dia dos alunos pode levar a interpretações incorretas e contribuir para a radioatividade ainda ser vista como prejudicial a saúde, mas com aplicações benéficas.

3.2.1 Elaboração e descrição da sequência didática

A sequência didática foi elaborada e organizada em cinco momentos. Na sua elaboração utilizamos o método 5E de Patro (2008). Nesse método o autor deseja proporcionar aos estudantes um papel mais ativo dentro do processo de aprendizagem. Esse método 5E consiste de cinco fases: Na fase de engajamento (o assunto deve ser introduzido de maneira que cativa e estimule a atenção dos estudantes); na fase de exploração (é oferecido a oportunidade de os estudantes explorarem melhor o assunto que está sendo trabalhado); na fase de explicação (maiores descrições são fornecidas sobre o assunto); na fase elaboração (os estudantes são encorajados a investigar o assunto de forma mais profunda); e na fase de avaliação (*evaluation* em inglês, é oferecido uma maneira para se avaliar a aprendizagem). Descreveremos a seguir cada um desses momentos (CRUZ, 2013)

3.2.1.1 Fase de engajamento

A fase de engajamento foi dividida em dois momentos, sendo o primeiro constituído da diagnose das concepções prévias dos alunos acerca do tema radioatividade, realizada por meio de um questionário. No quadro 1 apresentamos essas questões. O objetivo é verificar o que os alunos compreendem sobre a radioatividade e a relação com o seu cotidiano. Já a versão do questionário entregue aos estudantes se encontra no apêndice A.

Quadro 1 - Questionário para levantamento das concepções prévias.

- 1) *Você já ouviu falar sobre radioatividade? O que é Radioatividade?*
- 2) *A radioatividade é um fenômeno natural, artificial ou pode existir das duas formas? Justifique sua resposta.*
- 3) *Cite algumas aplicações da radioatividade.*
- 4) *A radioatividade é causadora de efeitos benéficos ou efeitos maléficos?*
- 5) *Leia o trecho a seguir:*

EXAME
Rodrigo Janot STF Lula Revista Newsle

Tóquio – O arroz de **Fukushima** foi aprovado nas avaliações de radiação do **Japão** pela primeira vez desde o desastre nuclear de 2011, que provocou alarme internacional sobre produtos da região, disse um funcionário da prefeitura local.

Você saberia dizer o que significa o arroz ser aprovado no teste de radioatividade?

Fonte: Elaborado pela Autora.

Em seguida, foi apresentado, de forma expositiva, o contexto histórico da descoberta da radioatividade, citando os cientistas que mais se destacaram no período. Segundo Pinto e Marques (2010), conhecer a história da radioatividade contribui para desmistificar o conhecimento científico sem destruir seu valor.

Ainda no segundo momento dessa fase, dando continuidade à aula, foi exibido o vídeo “O maior acidente radioativo no Brasil completa 32 anos” (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=12x0zNkBwEc>), com duração de três minutos. O curta metragem documental foi escolhido por apresentar as consequências que levaram ao acidente em Goiânia, evidenciando como o desconhecimento sobre o manuseio, o armazenamento e transporte de material radioativo pode trazer sérios danos à saúde da população. A figura 2 apresenta uma captura de tela do vídeo.

Figura 2 – Captura de tela do Vídeo “O Maior acidente radiológico do Brasil completa 32 anos”



Fonte: YouTube

Ao término da exibição do vídeo foi realizado um debate sobre o acidente, no qual os alunos relataram suas percepções sobre o caso.

Levantaram também suas concepções sobre os prós e contras da radioatividade, visando à introdução da etapa da próxima fase da sequência.

3.2.1.2 Fase de exploração

Para o segundo momento, fase exploração, foi proposta como atividade a elaboração de um infográfico, uma ferramenta que pode contribuir no processo de aprendizagem, e que deve conter informações bem distribuídas com representações básicas e de fácil assimilação para quem observa, estimulando a cognição pelo sentido da visão. Para auxiliar a realização da atividade, foi construído um guia de pesquisa e elaboração do infográfico, com informações para orientar e auxiliar a pesquisa dos alunos. O guia se encontra no apêndice B.

A turma foi dividida em quatro grupos, com composição a cargo dos alunos. A divisão dos temas foi realizada por meio de um sorteio. O grupo 1 ficou com o tema acidentes nucleares, Chernobyl e Fukushima. O grupo 2 com o tema bombas nucleares. O grupo 3 com radioterapia. O grupo 4 com o último tema, irradiação de alimentos. Um dos objetivos dessa atividade foi promover a autonomia dos alunos acerca da construção da sua aprendizagem e aproximar o conteúdo abordado com o cotidiano dos alunos, contribuindo para combater pré-conceitos acerca da radioatividade, possibilitando que eles percebam que não existe lado ruim ou lado bom.

3.2.1.3 Fase de explicação

O terceiro momento, fase de explicação, foi uma aula expositiva e dialogada contemplando os conceitos da radiação, com foco na radiação ionizante e não ionizante (raios-x, radiação gama, UV entre outras) e como ocorrem os processos de fissão e fusão nuclear, além das suas aplicabilidades na sociedade. Durante a aula os alunos também expuseram seus pontos de vista sobre o que estava sendo discutido, o que contribuiu para esclarecer algumas dúvidas.

3.2.1.4 Fase de elaboração

No quarto momento, fase de elaboração, ocorreu à realização de um júri simulado. Novamente a sala foi dividida em quatro grupos, cada um representando um elemento associado a atividade, a saber: a promotoria, responsável por acusar o réu, o grupo de defesa, o grupo de testemunhas de acusação e, por fim, o grupo de testemunhas de defesa.

A utilização de um júri simulado contribuiu para estimular a reflexão, o pensamento crítico e aprofundar a discussão referente ao tema acidente

nucleares, levando os estudantes se posicionarem a favor ou contra a radioatividade.

O caso, fictício, que foi apresentado aos alunos para o júri, foi elaborado para a realização da atividade e está mais detalhado no apêndice C deste trabalho. Além de promover a discussão sobre os acidentes nucleares, o caso trabalhado em forma de júri simulado oferece aos estudantes a oportunidade de aprofundar, por meio de pesquisa e debate em grupo, os conceitos químicos que envolvem o tema. Essa autonomia é uma característica do modelo proposto por Patro (2008). O caso fictício apresentado aos alunos está exposto no quadro 2.

Quadro 2 - Caso fictício do júri simulado

Carlos foi internado com fortes dores de cabeça, febre, diarreia e vômitos. Inicialmente o médico que o examinou suspeitou de virose, mas como ele é funcionário de uma usina nuclear e o responsável por descarte de material radioativo, foi submetido a exames e constataram que ocorreu uma contaminação por radiação. Além dele, mais dois funcionários da usina também foram hospitalizados com os mesmos sintomas. Após investigação foi descoberto que houve uma falha no processo de descontaminação das roupas usadas pelos funcionários, feito por profissionais treinados na usina. Entretanto, foi necessária a troca de duas centrifugas da lavanderia e a descontaminação ficou a cargo de uma empresa terceirizada por uma semana. Os funcionários acusam a usina de negligenciar esse processo e não garantir a segurança deles. Após a secagem as roupas deveriam ser examinadas para verificar a existência ou não de alguma contaminação, mas para Carlos e os colegas essa etapa não foi eficaz. A usina foi multada pela justiça, entretanto, recorreu da sentença afirmando ter dado toda assistência necessária aos funcionários e não ter sido responsável pelo ocorrido, visto que a empresa terceirizada deveria cumprir o protocolo rigoroso para a descontaminação das roupas. Os funcionários processaram a empresa terceirizada e pedem indenização pelo risco que tiveram ao ser exposto a radiação.

Fonte: Elaborado pela Autora

3.2.1.5 Fase de avaliação

Por fim, para avaliar a proposta e verificar o que foi construindo pelos alunos ao longo da sequência, propusemos para o quinto momento, a fase de avaliação, a resolução de uma situação-problema, baseada em um caso fictício.

Após a entrega, estipulamos um prazo de 25 minutos para que os alunos respondessem de forma individual a partir dos conhecimentos possivelmente adquiridos nas atividades componentes da sequência didática e, ao termino do tempo, foi realizado um pequeno debate para socializar as respostas dos alunos. O quadro 3 apresenta a situação-problema proposta e a versão entregue aos alunos se encontra no apêndice D desse trabalho.

Quadro 3- Situação Problema

Mariana é aluna do terceiro ano do Ensino Médio. Durante a aula de química ela ficou surpresa ao saber que ocorrem diversos acidentes ao redor do mundo envolvendo o fenômeno da radioatividade. Lembrou, nesse momento, que sua avó foi submetida a tratamento com radioterápicos para combater um tumor. Como consequência dessa aula Mariana começou a se perguntar por que o fenômeno da radioatividade trouxe um efeito positivo para o tratamento da sua avó e em outros casos o efeito muitas vezes é devastador. Levando em consideração tudo que foi visto ao longo das atividades, como você responderia a Mariana?

Fonte: A autora

3.3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nessa seção serão detalhadas as etapas da intervenção didática organizadas em cinco momentos, aplicadas durante o período de três semanas, totalizando sete aulas, que ocorreram entre os meses de outubro e novembro de 2019. Os áudios referentes às etapas da intervenção didática foram registrados utilizando aparelho *smartphone* e utilizados para a construção dos resultados e discussões desse trabalho de pesquisa. A seguir apresentamos os momentos de aplicação.

3.3.1 Primeiro Momento

Demos início a sequência com a aplicação do questionário para levantamento das concepções prévias dos estudantes a respeito da radioatividade e sua relação com o cotidiano, realizado individualmente. Em seguida, o contexto histórico da descoberta da radioatividade foi apresentado de forma expositiva, citando os cientistas que mais se destacaram no período. Por fim, tivemos a exibição do vídeo “*O maior acidente radioativo no Brasil completa 32 anos*”. Esse primeiro momento teve a duração de 1h/aula.

3.3.2 Segundo momento

O segundo momento consistiu na elaboração e apresentação de um infográfico, seguindo as recomendações do material desenvolvido para a pesquisa que foi disponibilizado aos alunos. Os estudantes deveriam construir em grupo um infográfico sobre o fenômeno da radioatividade e socializar com a turma mediante apresentação para o grande grupo.

3.3.3 Terceiro momento

Consistiu na realização da aula expositiva dialogada abordando os conceitos e definição de radiação, radiação ionizante e não ionizante, fissão e

fusão nuclear, demonstrando por meio de exemplos as suas aplicações na sociedade, durante a aula foram utilizados dispositivos de mídias (notebook e projetor) que tornaram a abordagem mais dinâmica e convidativa. A sala estava organizada por filas.

3.3.4 Quarto momento

Aplicação do júri simulado, com a participação dos grupos e com auxílio do professor da disciplina de química, que ficou com o papel de juiz. O júri do caso foi composto por três alunas de outras turmas, sem qualquer relação com os alunos participantes do julgamento. Para analisar os argumentos apresentados pelos alunos todo o julgamento foi gravado via áudio por aparelho de telefonia celular (*smartphone*).

3.3.5 Quinto Momento

O último momento, a avaliação dos conhecimentos que foram construídos pelos alunos acerca dos conceitos da radioatividade. Para tal foi proposto que eles responderem uma situação-problema. Os alunos responderam a situação-problema individualmente a partir dos conhecimentos possivelmente adquiridos nas atividades componentes dos momentos pedagógicos anteriores, na sequência didática.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

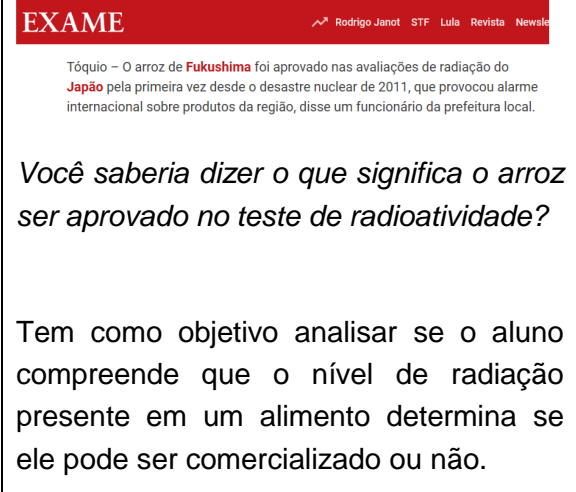
Análise dos dados obtidos nas atividades durante os cinco momentos da intervenção, questões para o levantamento das concepções prévias, infográfico, júri simulado e situação problema. Os dados estão apresentados em formas de tabela, para posterior discussão qualitativa.

3.4.1 Análise do Questionário das Concepções Prévias

Para analisar o questionário das concepções prévias, agrupamos a resposta dada a cada pergunta de acordo com as idéias de Simões Neto (2009) e Silva (2013), como **Respostas Satisfatórias (RS)**, **Resposta Pouco Satisfatórias (RPS)**, **Respostas Insuficientes (RI)** e **Não Responderam (NR)**. No quadro 5 apresentamos os critérios usados para cada uma das perguntas do questionário:

Quadro 4: Análise do Questionário de Concepções Prévias

Questão /Objetivo	Categorias de Análise
<p><i>Você já ouviu falar sobre radioatividade? O que é Radioatividade?</i></p> <p>Tem como objetivo identificar as concepções dos alunos sobre o conceito de radioatividade.</p>	<p>RS quando o aluno afirma que a radioatividade é um fenômeno natural em que átomos instáveis emitem radiação podendo ocorrer de forma natural ou artificial. RPS quando o aluno afirmar conhecer o fenômeno da radioatividade, porém sua compreensão ainda é limitada sobre o tema. RI quando o aluno não conhece ou responde de forma equivocada sobre a radioatividade. NR quando o aluno não responde à questão.</p>
<p><i>A radioatividade é um fenômeno natural, artificial ou pode existir das duas formas? Justifique sua resposta.</i></p> <p>Tem como objetivo de identificar se os alunos compreendem que a radioatividade e a sua ocorrência natural e artificial.</p>	<p>RS quando o aluno afirmar que a radioatividade é um fenômeno natural e que pode ocorrer artificialmente. RPS quando o aluno afirma que a radioatividade pode ocorrer de duas maneiras, porém, sua compreensão ainda é limitada. RI quando afirma que não pode ocorrer de forma natural e/ou artificial. NR quando o aluno não responde à questão.</p>
<p><i>Cite algumas aplicações das radioatividades</i></p> <p>Tem como objetivo analisar se os alunos conhecem algumas aplicações da radioatividade.</p>	<p>RS se apresentarem ao menos um exemplo e discute adequadamente. RPS quando apresentarem ao menos um exemplo, mas sem discutir adequadamente. RI quando citam exemplo não relacionado ao fenômeno da radioatividade. NR quando não respondem à questão.</p>
<p><i>A radioatividade é causadora de efeitos benéficos ou efeitos maléficos?</i></p> <p>Tem como objetivo analisar se os alunos compreendem que a radioatividade não é maléfica ou benéfica, podendo ser utilizada em diversas aplicações, de medicinal a bélica.</p>	<p>RS quando o aluno afirma que a radioatividade não é maléfica ou benéfica, porém sua aplicação requer cuidados para evitar acidentes. RPS quando o aluno afirma que a radioatividade apenas causa malefícios. RI quando não responde adequadamente sobre benefícios e malefícios da radioatividade. NR quando o aluno não</p>

	responde à questão.
 <p>EXAME Rodrigo Janot STF Lula Revista Newsle</p> <p>Tóquio - O arroz de Fukushima foi aprovado nas avaliações de radiação do Japão pela primeira vez desde o desastre nuclear de 2011, que provocou alarme internacional sobre produtos da região, disse um funcionário da prefeitura local.</p> <p><i>Você saberia dizer o que significa o arroz ser aprovado no teste de radioatividade?</i></p> <p>Tem como objetivo analisar se o aluno compreende que o nível de radiação presente em um alimento determina se ele pode ser comercializado ou não.</p>	<p>RS quando o aluno afirma que o nível de radiação presente no alimento diminuiu e ele pode ser comercializado. RPS quando o aluno compreende que o alimento pode ser comercializado, porém não sabe ou não explica que foi <i>devido</i> ao nível de radiação ter diminuído. RI quando o aluno não sabe explicar ou sua afirmação é incoerente. NR quando o aluno não responde à questão.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

3.4.2 Análise do Infográfico

A análise dos infográficos seria realizada a partir da observação dos conceitos e das relações existentes entre eles e com a sociedade, com foco na dimensão epistemológica da sequência didática proposta. Essa etapa tinha como objetivo estimular a autonomia dos alunos, fazendo com que eles fossem mais participativos no seu processo de aprendizagem. No entanto, como os estudantes não produziram o material, essa etapa não será analisada. Acreditamos que por não estarem familiarizados com essa autonomia os estudantes se sentiram motivados para realizá-la.

3.4.3 Análise do Júri Simulado.

Para avaliar esse momento da sequência didática, iremos analisar as falas que os alunos trazem para o debate em sala de aula, considerando os conceitos químicos presentes nesses argumentos durante o júri. Destacamos algumas falas dos alunos para debate no tópico de resultados e discussão.

3.4.4 Análise da Situação Problema

A situação-problema proposta, com objetivo de avaliar o que foi construído pelos alunos ao longo da sequência didática, foi analisada a partir das respostas dadas pelos alunos. Buscamos identificar nessas repostas algum fator que comprove a ruptura do conhecimento antigo adquirido anteriormente a aplicação da situação-problema, e a construção de novos conceitos acerca do tema abordado após a intervenção didática.

Para tal agrupamos novamente a resposta dos alunos de acordo com as idéias de Simões Neto (2009) e Silva (2013), como **Respostas Satisfatórias (RS)**, **Respostas Pouco Satisfatórias (RPS)**, **Respostas Insuficientes (RI)** e **Não Responderam (NR)**.

Quadro 5: Análise da situação-problema

Categorias de Análise	Critérios
Resposta Satisfatória (RS)	Quando o aluno utiliza de conceitos químicos para responder a situação-problema, não expressando concepções informais sobre a radioatividade.
Respostas Pouco Satisfatórias (RPS)	Quando a resposta do aluno apresenta conceitos pouco estruturados ou concepções informais sobre o fenômeno da radioatividade.
Respostas Insuficientes (RI)	Quando o aluno responde, porém, na sua resposta ele não sabe explicar de forma coerente o fenômeno
Não Responderam (NR)	Quando o aluno não responde a situação-problema.

Fonte: Elaborado pela autora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentadas as análises dos dados da aplicação da sequência didática. Inicialmente, apresentaremos a análise das concepções prévias dos estudantes sobre o conteúdo científico, em seguida a análise do júri simulado, descritiva, destacando os pontos principais. Por último traremos a análise da resolução da situação problema.

Toda a análise está de acordo com os critérios estabelecidos e apresentados na metodologia deste trabalho, visando a avaliação da sequência didática proposta.

4.1 ANÁLISE DO QUÉSTIONÁRIO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS

O questionário para análise das concepções prévias dos estudantes era composto de cinco questões, as quais deveriam ser lidas e respondidas individualmente. O questionário foi apresentado aos alunos no primeiro momento da intervenção didática, sendo estipulado um prazo de vinte cinco minutos para entrega.

A primeira etapa da sequência teve como objetivo fazer com que o aluno tivesse o primeiro contato com o tema, expondo suas compreensões e concepções sobre o tema abordado. Meirieu (1998) chama esse tipo de análise de avaliação diagnóstica, pois por meio dela podemos indicar o nível cognitivo em que o aluno se encontra e se a situação elaborada está adequada ao público alvo da pesquisa.

A análise das respostas será exposta de forma quantitativa e qualitativa, e apresentaremos exemplos de justificativas dadas pelos próprios estudantes. O quadro 5 apresenta as respostas da questão 1.

Quadro 6: Questão 1. Você já ouviu falar sobre radioatividade? O que é Radioatividade?

Categorias	%
RS	14,2
RPS	14,2
RI	74,1

Fonte: Própria.

A maior parte dos alunos respondeu que já ouviu falar sobre a radioatividade. Porém, para nossa pesquisa, consideramos como resposta satisfatória aquelas que além de afirmar que conheciam a radioatividade apresentavam justificativas que se aproximavam do conceito na forma em que é cientificamente aceito.

Sendo assim, obtivemos um maior número de RI que corresponde a 10 estudantes (74,1%), que afirmaram conhecer a radioatividade, porém, muitos deles relacionam a radioatividade com algo perigoso ou causador de doença, evidenciando os aspectos negativos, por influência da forma como a sociedade aborda o tema. Alguns exemplos de RI podem ser visto a seguir.

“Sim, algo perigoso com o contato” (Resposta 1).

“Sim, não sei muito bem o que é, mas acho que radioatividade é tipo a bomba que jogaram em Chernobyl” (Resposta 2).

Podemos observar na resposta 1 que a ideia da radioatividade como algo perigoso é central no pensamento do estudante. Na resposta 2 o estudante confunde o acidente na usina nuclear russa com o lançamento das bombas de Hiroshima e Nagasaki, no Japão.

Obtivemos duas respostas pouco satisfatórias (RPS), nas quais percebemos que os alunos compreendem que a radioatividade é um fenômeno natural, entretanto seu entendimento ainda pouco desenvolvido em relação ao conceito científico.

“Radioatividade é um fenômeno tanto natural como também pode ser artificial. Que com contato com o corpo humano pode trazer doenças como câncer entre outras” (Resposta 3).

As respostas classificadas como satisfatórias, também duas (14,2%), conseguiram explicar melhor o fenômeno, utilizando a linguagem científica. A resposta 4 está posta como exemplo: *“Sim, é um processo natural e espontâneo que os átomos instáveis emitem radiação por meio de decaimento a fim de diminuir sua energia” (Resposta 4).*

O quadro 7 apresenta as respostas para a questão 2.

Quadro 7: Questão 2. A radioatividade é um fenômeno natural, artificial ou pode existir das duas formas? Justifique sua resposta.

Categorias	%
RS	14,2%
RPS	57,7%
RI	28,4%

Fonte: Própria

Na segunda questão oito alunos (57,1%) responderam que a radioatividade pode existir de forma natural e artificial. Percebemos que alguns deles relacionam à radioatividade artificial a produção de energia e bombas, mas no geral os estudantes não sabem explicar cientificamente os conceitos associados ao fenômeno. Também classificamos quatro (28,4%) respostas como insatisfatórias e duas respostas foram consideradas satisfatórias apresentaram um total de (14,2%). Alguns exemplos são apresentados a seguir:

“Radioatividade apesar de ser um fenômeno natural, pode ser reproduzida artificialmente” (Resposta 5, RS).

“Artificial porque é um fenômeno radioativo” (Resposta 6, RI).

“Das duas formas, porque ela pode ocorrer de forma natural e de forma artificial em hospitais” (Resposta 7, RPS).

O quadro 8 apresenta o quantitativo de respostas para a questão 3.

Quadro 8: Questão 3. Cite algumas aplicações da radioatividade.

Categorias	%
RPS	64,2
RI	28,5
NR	7,14

Fonte: Própria

Consideramos como resposta pouco satisfatória aquelas que continham pelo menos um exemplo de aplicação da radioatividade, mesmo sem que os alunos soubessem explicar adequadamente. Nove alunos (64,2%) citaram ao menos um exemplo, entrando na categoria de RPS. As RI foram quatro (28,5%) e um estudante (7,14%) não responderam essa questão. A maior parte das respostas estava relacionada à energia nuclear e bombas atômicas como pode ser observado a seguir:

“Em bombas nucleares” (Resposta 8, RPS).

“Em exames e geração de energia” (Resposta 9, RPS).

“Em bombas atômicas” (Resposta 10, RPS).

O quadro 9 apresenta as respostas para a questão 4.

Quadro 9: Questão 4. A radioatividade é causadora de efeitos benéficos ou efeitos maléficos?

Categorias	%
RPS	85,7
RI	14,2

Fonte: Própria

Na questão quatro podemos perceber que os estudantes associam a radioatividade a algo ruim, em maioria. Doze alunos (85,7%) afirmaram que a radioatividade é causadora de malefícios. Essa associação nos mostra que o desconhecimento sobre o tema pode gerar pré-conceitos e contribuir para que ela seja vista como algo negativo. Dois alunos (14,2%) não souberam explicar quais os benefícios ou malefícios que a radioatividade apresenta. A seguir apresentamos exemplos das respostas.

“Acho que malefícios” (Resposta 11, RPS).

“Malefícios com o contato com o tempo” (Resposta 12, RPS).

“Malefícios de forma geral, como a infertilidade da terra e problemas genéticos até” (Resposta 13, RPS).

Por fim, o quadro 10 apresenta o percentual de respostas nas categorias para a questão 5.

Quadro 10: Questão 5. (Reportagem) Você saberia dizer o que significa o arroz ser aprovado no teste de radioatividade?

Categorias	%
RPS	28,5
RI	28,5
NR	42,8

Fonte: Própria

O objetivo dessa questão é identificar se os estudantes compreendem que o nível de radiação presente no arroz irá determinar a sua comercialização ou não. Quatro alunos (28,5%) deram respostas que categorizamos como RPS, pois compreendem que o alimento pode ser comercializado, mas em sua resposta não justificaram ou não souberam explicar que era devido ao nível de radiação ter diminuído. As RI totalizaram (28,5%) equivalente a respostas de quatro alunos. Seis estudantes (42,8%) não responderam essa questão. Algumas das respostas estão apresentadas a seguir:

“Que mesmo após o ataque dos EUA, o solo está produzindo mais puro”
(Resposta 14, RI).

“Que não está contaminada com nada que possa fazer mal a nossa saúde”
(Resposta 15, RPS).

“Que era perigoso o consumo do alimento em questão” (Resposta 16, RI).

O levantamento das concepções prévias nos mostrou que os alunos identificam a compreensão sobre a existência da radioatividade e sua participação na sociedade em que vivemos, mesmo com os estudantes não conseguindo explicar quais conceitos químicos estão envolvidos nas suas afirmativas. Eles têm dificuldades de relacionar a química escolar com o cotidiano, indicando que essa relação não é estabelecida de forma clara e sistemática (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

Schnetzler (1992) aponta que se não assumirmos o aluno como construtor e possuidor de ideias e não organizarmos o ensino a partir das ideias que os estudantes já possuem pouco contribuiremos para facilitar sua aprendizagem. Sendo assim torna-se fundamental detectar e avaliar essas concepções, uma vez que este é o primeiro passo para sua transformação em concepções científicas (GEBARA, 2001).

4.2 ANÁLISE DO INFOGRÁFICO

Não obtivemos dados dessa atividade, pois os estudantes não elaboraram o material.

4.3 ANÁLISE DO JÚRI SIMULADO

O júri simulado tinha como objetivo promover argumentação, defesa de ideias, tomada de decisão a respeito de um caso apresentado, estudo de um tema. Os alunos divididos em grupos deveriam se posicionar contra ou a favor no contexto do caso fictício apresentado. Para tal, os estudantes deveriam realizar pesquisas e estudos aprofundando seu conhecimento sobre o tema e consequentemente terem um melhor posicionamento durante o júri (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Os estudantes não estavam totalmente engajados em participar do júri, antes de iniciar a atividade alguns deles ainda procuravam saber em qual grupo estavam inseridos. Mesmo após o início do júri eles se comportaram de forma desatenta, levando o júri como uma brincadeira. Durante o julgamento não observamos nas falas dos alunos o domínio da linguagem química, ao falar sobre o fenômeno da radioatividade. Na fala do estudante que representava o promotor, bem como na fala do que representava o advogado de defesa, os argumentos utilizados eram mais gerais, nenhum deles tentou usar conceitos químicos.

Ambos buscaram basear seus argumentos em negligência por parte da empresa terceirizada. Esse argumento também foi observado nas falas das testemunhas de defesa e acusação. A seguir destacaremos algumas destas falas:

Testemunha de defesa: “A nossa empresa foi contratada para observar se o trabalho está sendo feito corretamente, a nossa empresa de controle ele é contratada para trazer sugestões ensinando a usar o equipamento correto, então pelo meu ponto de vista o uso foi mal feito pelo funcionário”.

Promotor: “Então o que explica isso ter acontecido...” ?

Testemunha de defesa: “O mau funcionamento do equipamento foi devido a profissionais que não tiveram treinamento”.

Equipe da promotoria: “Como você diz que a segurança é boa se aconteceu tudo aquilo...”?

Dono da empresa (réu): “Fornecemos a roupa, ele deve ter tirado a roupa inadequadamente”.

Como foram observados nas falas destacadas, os estudantes não apresentaram domínio sobre a radioatividade, não trouxeram para o debate os conceitos que envolvem o tema, talvez por falta de segurança em tratar cientificamente da radioatividade. Então, parece-nos que eles não conseguiram construir o conhecimento de forma significativa, a ponto de utilizar os conceitos no novo cenário. Eles teriam utilizado, principalmente, seu conhecimento proveniente das relações sociais pelo fato de estar de forma mais elaborada em suas mentes e, conseqüentemente, mais facilmente acessado (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

Segundo Stumpf e Oliveira (2016) trabalhar com a construção de argumentos em nível escolar possibilita ao aluno a construção efetiva do conhecimento, causando um impacto positivo no seu aprendizado, quando os alunos possuem a oportunidade de se manifestar, desenvolver sobre determinado assunto, de se posicionar diante de vários temas ocorre enriquecimento do seu processo de aprendizagem.

Uma das características do júri simulado é a autonomia dada aos alunos possibilitando que eles sejam mais participativos no processo de aprendizagem. Porém se essa etapa não é feita de forma responsável o resultado pode não ser satisfatório, talvez por não estarem familiarizados com tal autonomia os alunos não se sentiram motivados a explorar essa etapa de pesquisa e construção de seus argumentos.

4.4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO- PROBLEMA

O objetivo de uma situação-problema é estimular o raciocínio dos alunos, para que eles ao se depararem com o obstáculo proposto construam uma solução para o problema e assim sucessivamente ocorra à aprendizagem. Nas respostas da situação-problema proposta buscamos identificar a presença de elementos que comprovem essa diminuição do uso do conhecimento geral e uma aproximação do novo conhecimento, químico, que se aproxime do cientificamente aceito.

Durante nossa análise não encontramos essas evidências. Os estudantes não conseguiram compreender os conceitos que envolvem a utilização da radioatividade nos tratamentos radioterápicos. As respostas dadas pelos estudantes pouco dialogam com os conceitos científicos sobre

radioatividade, porém, observamos em todas as respostas uma mudança significativa em relação as respostas da avaliação diagnóstica, pois passaram a ver a radioatividade não apenas como algo prejudicial, mas dependendo da sua aplicação, associada a benefícios à sociedade. As respostas foram predominantemente consideradas RPS, como as que destacamos a seguir:

*“A radiação controlada pode causar efeitos positivos ao combate de doenças, já se for em grande escala pode causar doenças e até mesmo a morte”
(Resposta a Situação-Problema 1, RPS).*

“Eu responderia que cada caso é um caso, é que existem vários tipos de radiação, é que algumas delas na medida certa podem ajudar” (Resposta a Situação-Problema 2, RPS).

“Existem vários tipos de radioatividade e a radiação transmitida pela maquina ajuda no tratamento do tumor de sua avó” (Resposta a Situação-Problema 3, RPS)

“Que a radioatividade não só trás devastação sabendo conduzir pode trazer benefícios e não só existe um tipo de radioatividade” (Resposta a Situação Problema 4, RPS).

É importante também destacar a realidade em que os alunos participantes da pesquisa estão inseridos, eles não tiveram contato anteriormente com os conceitos da radioatividade, o que eles sabiam sobre o tema era baseado em suas vivências sociais. Ainda, na análise das concepções prévias constatamos que quase a totalidade da turma afirmava que a radioatividade era prejudicial. Após a aplicação da sequência percebemos uma mudança de pensamento e mesmo que os conceitos químicos não tenham sido utilizados efetivamente nas respostas a situação-problema, eles conseguiram desconstruir a visão de que a radioatividade é prejudicial e que está diretamente relacionada apenas a tragédias e malefícios.

Por fim, compreendemos que o processo de ensino não é configurado em uma apresentação linear de conceitos, não podemos considerar os alunos como uma tábula rasa a ser preenchida com conhecimentos (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995). Se assim o fosse, facilmente conseguiríamos substituir as suas concepções fazendo com os estudantes adquirisse novos conhecimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho de pesquisa tinha como objetivo, analisar a contribuição de uma sequência didática sobre os conceitos da radioatividade. Para encontrar tal resposta percorremos um longo caminho, analisamos as respostas dos questionários das concepções prévias, a elaboração e aplicação de um júri simulado e, por último, as respostas a uma situação-problema.

A análise das respostas dos questionários das concepções prévias mostrou que grande parte dos alunos apresenta alguma compreensão sobre a radioatividade, porém, as informações que eles possuem foram criadas a partir de suas relações com o mundo material, sem uma relação mais profunda com o conhecimento científico. Assim, foi comum perceber respostas que destacam aspectos negativos da radioatividade, como os acidentes em usinas nucleares, a contaminação radioativa e a fabricação de bombas atômicas.

A análise do júri simulado evidenciou que os alunos buscaram construir suas linhas de defesa e de acusação baseado na questão de uma possível falha ou negligência da empresa contratada, talvez por não terem realizado com afinco a etapa de preparação, com pesquisa e busca por materiais, que viriam a contribuir para fundamentar seus argumentos utilizando conceitos químicos. Esse não aprofundamento no tema radioatividade contribui para a construção do pensamento social e ético, porém, os conceitos químicos por trás dessa temática não parecem ter sido efetivamente construídos.

O objetivo principal de uma situação-problema é a superação de um obstáculo, ou seja, a construção do conhecimento e não apenas a realização da tarefa, pois apenas com a construção de novos conhecimentos o problema pode ser satisfatoriamente solucionado. Durante a análise das respostas dadas a situação-problema não identificamos textos que evidenciassem a incorporação de novos conhecimentos científicos adquiridos envolvendo a radioatividade, embora tenhamos conseguido resultados quanto a associação quase única da radioatividade com aspectos negativos, como tragédias e mortes. Um dos fatores que contribuíram para tal situação se deve ao não engajamento dos alunos durante as etapas de aplicação da sequência didática.

Schnetzler e Aragão (1995) afirmam que as concepções prévias ou alternativas fazem sentido para os estudantes, e por esse motivo são muitas vezes tão resistentes à mudança que comprometem a aprendizagem das idéias ensinadas, além de determinarem o entendimento e desenvolvimento das atividades apresentadas em aula.

Acreditamos que a sequência didática proposta tem potencial para contribuir para o ensino dos conceitos da radioatividade, por apresentar elementos que dialogam com o cotidiano dos estudantes aproximando a química escolar do cotidiano, contribuindo também para a queda e/ou superação de pré-conceitos acerca da temática radioatividade.

Como perspectivas para futuro, iremos realizar algumas modificações na sequência didática, a partir de uma revisão das atividades, buscando torná-la mais efetiva na construção do conhecimento científico e na sua relação com o mundo material, além de buscar maior dinamismo. Ainda, após revisão, buscaremos reaplicação em um novo contexto escolar. Essa etapa não foi ainda iniciada devido a pandemia da COVID-19, causada pelo novo coronavírus, que nos colocou em situação de isolamento social e fechamento responsável das escolas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M. R.; SILVA, S. P.; MORAIS, C. S.; SIMÕES NETO, J. E. Júri simulado como proposta para a abordagem dos combustíveis no ensino fundamental. **Periódico Tchê Química**, v. 13, n.25, p. 72-81,2015.

ARAÚJO, A. A.; GANIZEU, F. H. P.; LEITE, F. C. C.; AQUINO, K. A. S. A Radioatividade no cotidiano: Atividade com educandos do ensino médio. **Experiências em ensino de ciências**, v.13, n.4, p. 160-169, 2018.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. Abordagem de resolução de problemas por uma professora de Química: Análise de um problema sobre a combustão do Álcool envolvendo o Conteúdo de Estequiometria. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 1, p.24-52, 2014.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar Química. **Química Nova**, v.23, n. 3, p.401-404, 2000.

CARVALHO, A. M. P. D. C.; PEREZ, D. G. O saber e o saber fazer dos professores. In: PIONEIRA(Ed.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo, SP: Amélia Domingues de Castro,Anna Maria Pessoa de Carvalho, 2001. p.107-124.

CHERMELLO. E. **Série acidentes explicados pela ciência, Chernobyl: A luta contra um inimigo 'invisível'**. Química Virtual,p.1-8, 2010. Disponível em: [2010outubro-chernobyl.pdf \(quimica.net\)](#). Acesso em 9 fev.2021.

COUTO, R. R.; SANTIAGO, A. J.; Radioatividade e irradiação de alimentos. **RECEN Guarapuava**, Paraná, v. 12, n. 2, p. 193-215,2010.

CRUZ, M. E. B. **Abordando conceitos de funções orgânicas oxigenadas por Meio de uma sequência de ensino e aprendizagem sobre perfumes e essências**. 2013. 94 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2013.

FRANCISCO JR., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em sala de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 30, n. 4, p.34-41, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005

GEBARA, M. J. F. **O ensino e a aprendizagem de física: contribuições da história da ciência e do movimento das concepções alternativas—um estudo de caso**. 2001. 165f. Dissertação (Mestrado em Metodologia do

Ensino), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.; MASSI, L. Uma Análise das Abordagens Investigativas de Trabalhos Sobre Sequências Didáticas: Tendências no Ensino de Ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, 2011.**

GOIÁS (Estado). Secretaria da Saúde do Estado de Goiás. **História do Acidente radioativo de Goiânia.** Goiás, 2007. 2p.

LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. O Despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. **Química Nova na Escola.** v. 33, n. 2, p.93-99, 2011.

PRATES JÚNIOR, M. S. L.; SIMÕES NETO, J. E. Situações-problema como Estratégia Didática para o Ensino dos Modelos Atômicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia.** V.8, n. 2, p.24-44, 2015.

MERÇON, F.; QUADRAT, S. V. A Radioatividade e história do tempo presente. **Química Nova na Escola,** n.19, p. 27-30, 2004.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: BORESMA, K. (eds.) Research and Quality of Science Education. Springer, 2005, p. 195-207.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998

MOURATO E. G. R; SIMÕES NETO, J. E. Uma sequência didática sobre petróleo e derivados para a Construção de conceitos químicos na educação de jovens e adultos. **Cadernos de estudos e pesquisa na educação básica,** v.1, n.1, p. 78 - 97, 2015.

OLIVEIRA. A. S.; SOARES. M. H. F. B. Júri Químico: Uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola,** n. 21, p.18-24, 2005.

PATRO, E. T.; **Teaching Aerobic Cell Respiration Using the 5 Es.** The American Biology Teacher, v. 70, n. 2, p. 85-87, 2008.

PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. **Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio: radioatividade no cotidiano.** História da ciência e ensino: construindo interfaces, v. 1, p. 27-57, 2010.

RICARDO, A. **Entenda o acidente nuclear em Fukushima, no Japão**. Nova Escola. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/261/entenda-o-acidente-nuclear-em-fukushima-no-japao>. Acesso em 3 nov.2020.

SANCHES, M. B. J. H. L.; NEVES, M. C. D.; RESQUETTI, S. O. **A Inserção Da Física Moderna e Contemporânea No Currículo Do Ensino Médio**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10. Londrina. Caderno de Resumos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006. p.163.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em aberto**, v.11,n. 55, p. 17-22, 1992.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 27-31,1995.

SCHMIDT, L.; HORTA. A.; PEREIRA. S. O Desastre de Fukushima e os seus impactos no enquadramento midiático das tecnologias de fissão e fusão nuclear. **Ambiente & Sociedade**, v.17, n. 4,p. 233-250, 2014.

SILVA, F. C. V. **Resolução de uma situação-problema sobre radioterapia para construção de conceitos de radioatividade no ensino superior de Química**. 2013. 114f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA, F. C. V.; ALMEIDA, A. V.; CAMPOS, A. F. O Trabalho com situação-problema utilizando elementos do ensino por pesquisa: Análise das impressões de futuros professores de química. **REnCiMa**, v. 5, n. 1, p. 37-48, 2014.

SILVA, L. C. M. **A Radioatividade como tema em uma perspectiva CiênciaTecnologia-Sociedade com foco em História e Filosofia da Ciência**. 2009. 234f. (Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, 2009.

SILVA, M. R. **Produção didático –pedagógica Professor PDE**, 2008.

SIMÕES NETO, J. E.; CRUZ, M. E. B. Uma sequência didática sobre perfumes e essências para o ensino de funções orgânicas oxigenadas. **Revista Dynamis** v.24, n.1, p.3-19, 2018.

SIMÕES NETO, J. E. **Abordando o conceito de isomeria por meio de situação-problema no ensino superior de química**. 2009. 121f (Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências), Universidade Federal rural de Pernambuco, 2009.

SOARES, M. H. F. B. **O Lúdico em Química: Jogos e atividades aplicadas ao ensino de Química**. 2004. 219f. (Tese de doutorado em Ensino de Ciências), Universidade de São Carlos, 2004.

STUMPF, A.; OLIVEIRA, L. D. Júri simulado: O Uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, p. 176-189, 2016.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p.83-91, 2007

ZABALA, A. **Prática educativa: como ensinar**. São Paulo: ArtMed, 1998.

APÊNDICE A

1 Questionário para levantamento das concepções prévias

2 Você já ouviu falar sobre radioatividade? O que é Radioatividade?

3 A radioatividade é um fenômeno natural, artificial ou pode existir das duas formas? Justifique sua resposta.

4 Cite algumas aplicações da radioatividade.

5 A radioatividade é causadora de efeitos benéficos ou efeitos maléficos?

6 Leia o trecho a seguir:

EXAME

 Rodrigo Janot STF Lula Revista Newsle

Tóquio – O arroz de **Fukushima** foi aprovado nas avaliações de radiação do **Japão** pela primeira vez desde o desastre nuclear de 2011, que provocou alarme internacional sobre produtos da região, disse um funcionário da prefeitura local.

Você saberia dizer o que significa o arroz ser aprovado no teste de radioatividade?

APÊNDICE B

Guia de pesquisa e elaboração de Infográfico

Chernobyl: A usina nuclear de Chernobyl está localizado perto da cidade de Prypyat, 18 km da cidade de Chernobyl. O acidente nuclear em Chernobyl (1986) é, de longe, o acidente nuclear mais grave da história da energia nuclear. Ele foi classificado como nível 7 (acidente nuclear grave) da escala INES, o maior valor. Na época do acidente, usina nuclear possuía 4 reatores em operação e mais duas em construção. O vento levou o material radioativo lançado na atmosfera, principalmente para o oeste e norte de Pripyat, e a radiação espalhou-se pelo mundo. Rapidamente, foram identificados altos níveis de radiação em locais como Polônia, Áustria, Suécia, Bielorrússia e até locais muito distantes, como Reino Unido, Estados Unidos e Canadá.

<https://www.educacaoetransformacao.com.br/acidente-de-chernobyl/>

<https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/06/o-que-aconteceu-desastre-chernobyl-uniao-sovietica-ucrania-energia-nuclear>

<https://www.bbc.com/portuguese/geral-48477868>

Fukushima: O terremoto de 8,9 graus na escala Richter e o tsunami que abalaram o Japão na madrugada do último dia 11 de março (horário de Brasília). Cerca de uma hora depois do tremor, a usina de Fukushima foi atingida pelo tsunami. O sistema de resfriamento foi avariado e os técnicos japoneses passaram a adotaram medidas alternativas, como a injeção de água do mar nos reatores. Mesmo assim, três explosões se sucederam, a última delas na manhã da segunda-feira (14). Vazamentos radioativos foram registrados e um iminente desastre nuclear mobilizou a comunidade internacional.

<https://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,atualidades-na-fuvest-acidente-nuclear-em-fukushima,789998>

<https://novaescola.org.br/conteudo/261/entenda-o-acidente-nuclear-em-fukushima-no-japao>

Bomba atômica: Durante a Segunda Guerra Mundial, físicos e engenheiros americanos iniciaram uma corrida contra a Alemanha nazista para criar a primeira bomba atômica. Esse esforço secreto durou de 1942 até 1945 sob o nome "Projeto Manhattan. Esses esforços fizeram que os Estados Unidos fossem o primeiro país a desenvolver armas nucleares, detonando o primeiro dispositivo de fissão em 1945, chamado de "Trinity". O primeiro uso de armas nucleares no mundo aconteceu durante a Segunda Guerra Mundial quando os EUA bombardearam o Japão, dando início a uma Era Atômica, matando e ferindo mais de 200 mil pessoas nos bombardeios de Hiroshima e Nagasaki. Depois disso, apesar da diminuição no número de ogivas, o potencial de destruição dessas bombas aumentou exponencialmente.

<https://super.abril.com.br/historia/a-historia-da-bomba-atomica-e-seu-genocidio-instantaneo/>

<https://www.todoestudo.com.br/quimica/bomba-atomica>

Radioterapia: Os raios X foram descobertos em 1895 por Wilhelm Roentgen (prêmio Nobel em 1901) e não demorou para que fossem usados em Medicina para tirar radiografias que facilitavam o diagnóstico de muitas doenças. Logo se percebeu também que eles tinham a capacidade de curar alguns tipos de tumores malignos. Descobrir que a radiação danifica o material genético da célula maligna foi o passo definitivo para o surgimento do tratamento, mas a evolução da radioterapia no tratamento de câncer não parou por aí.

<https://drauziovarella.uol.com.br/entrevistas-2/evolucao-da-radioterapia-entrevista/>

<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>

<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/doencas/radioterapia.htm>

Irradiação de Alimentos: A irradiação de alimentos é um processo físico que consiste em submeter os alimentos, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante, por um tempo prefixado e com objetivos bem determinados com finalidades sanitária, fitossanitária e ou tecnológica. O processo não aumenta o nível de

radioatividade normal dos alimentos. A irradiação aplicada a alimentos é o aumento de sua vida útil. Este processo de conservação pode ser aplicado em vários tipos de alimentos.

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/irradiacao-de-alimentos-metodo-de-conservacao-de-alimentos/31187>

<https://www.dinamicambiental.com.br/blog/meio-ambiente/entenda-irradiacao-alimentos-saiba-sao-vantagens-desvantagens/>

<https://www.agron.com.br/publicacoes/noticias/noticia/2013/12/15/037592/o-que-e-irradiacao-de-alimentos.html>

Infográfico

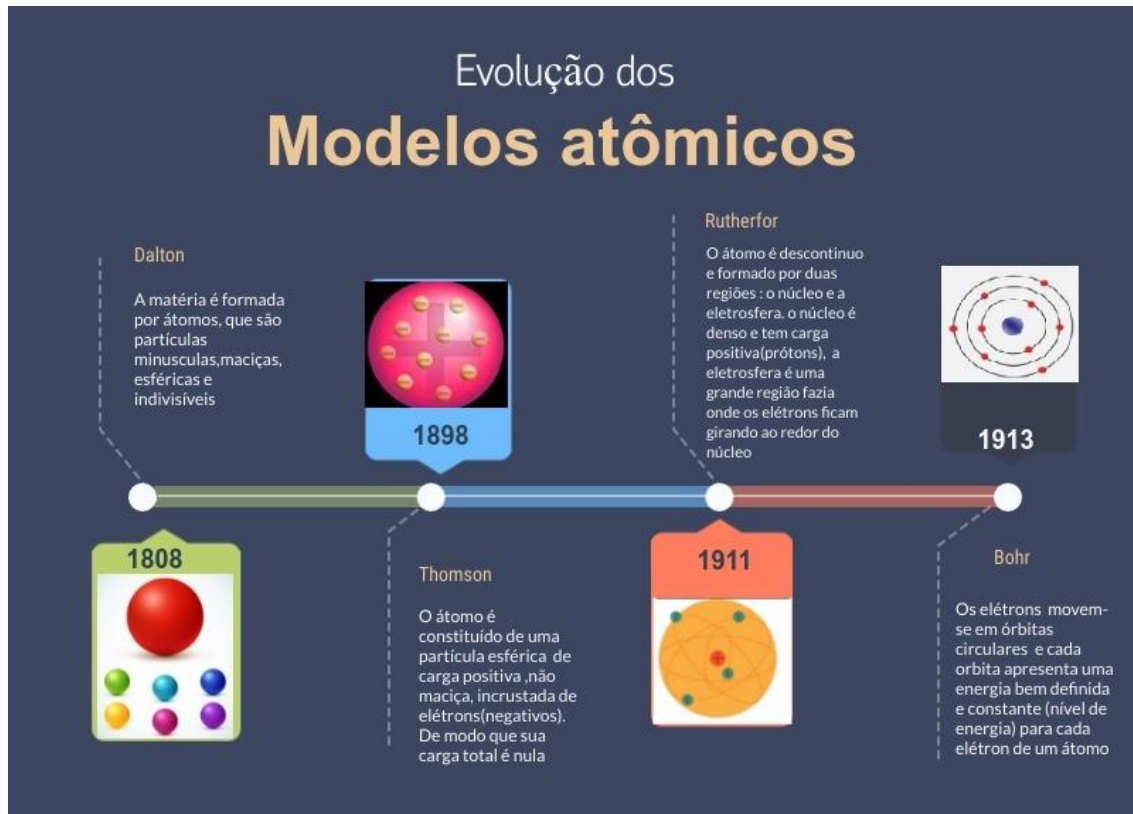
Apresentação de informações com preponderância de elementos gráfico-visuais (fotografia, desenho, diagrama estatístico etc.) integrados em textos sintéticos e dados numéricos, geralmente utilizada em jornalismo como complemento ou síntese ilustrativa de uma notícia; infografia.

Um infográfico é um tipo de representação visual gráfica, que ajuda a apresentar dados e explicar questões complexas, conduzindo a uma melhor compreensão.

Exemplos:

Linha do tempo

Construir uma narrativa é uma ótima forma de mostrar seu conteúdo. Você já deve ter visto um infográfico nesse padrão. Uma linha do tempo que mostra a evolução de um tema ao longo dos anos.



Informar

Uma mensagem forte o suficiente que não precisa de um contexto muito grande para entender. A informação é forte o suficiente, mesmo sozinha.



Comparar

Uma das funções mais comuns de um gráfico é comparar elementos e estatísticas que sozinhas não fizessem tanto sentido. Fazer comparações é uma forma poderosa de demonstrar que a informação tem relevância ou facilitar o entendimento de uma explicação.



O primeiro infográfico foi feito pela estagiaria outros dois foram exemplos do site: <https://klickpages.com.br/blog/infografico-o-que-e/>

Search results for "infografico" on a search engine. The results include:

- Infográfico: O Que É, Tipos, Exemplos e Como Fazer Um ...**
<https://neilpatel.com> > Home > Blog > Marketing de Conteúdo
 Você quer aprender a criar um **infográfico** poderoso para melhorar os seus resultados? O Nesse texto vou compartilhar dicas e estratégias incríveis! Confira!
 Você visitou esta página em 28/09/19.
- Infográfico: o que é, como fazer os mais criativos e exemplos**
<https://klickpages.com.br> > blog > infografico-o-que-e
 Acredite, o **infográfico** é excelente para prender a atenção do público e ... Está provado que **infográficos** são incríveis para gerar retorno de vendas e audiência.
 Você visitou esta página em 28/09/19.
- Modelos de infográfico - Canva**
<https://www.canva.com> > pt_br > modelos > infografico
 O editor do Canva oferece uma variedade de modelos grátis em uma plataforma simples de usar. Crie seu próprio **infográfico** profissional em 5 passos simples.
 Você visitou esta página 2 vezes. Última visita: 28/09/19
- Infográfico: passo a passo para fazer o seu [template gratuito!]**
<https://blog.hotmart.com> > pt-br > como-fazer-um-infografico
 4 de set de 2019 - Informações visuais deixam seu conteúdo mais atraente. Aprenda como fazer um **infográfico** para seu negócio usando ferramentas gratuitas!
joes.com.br/blog/infografico-o-que-e/

APÊNDICE C

Caso do Júri Simulado

Júri simulado: A turma será dividida em quatro grupos. Será feito um sorteio para definir qual grupo irá fazer a defesa da usina, qual grupo será encarregado da acusação. O grupo da defesa definirá quem será o advogado, os demais membros do grupo farão parte da equipe de defesa. Igualmente acontecerá com o grupo de acusação, devem escolher um promotor e os demais membros farão parte da equipe da promotoria. O grupo três será composto pelas testemunhas de defesa, que serão o gerente da empresa terceirizada, o encarregado do setor de limpeza e o vigilante da usina (sugestão, mas os grupos podem definir outras testemunhas), o quarto grupo será composto pelas três testemunhas de acusação, que são a esposa de Carlos, o dono da usina, e um amigo de Carlos que também trabalha na usina (sugestão, porém os grupos podem definir outras testemunhas). O professor da disciplina de química será o juiz que irá definir a sentença, o júri será composto de três alunos de outra turma sem qualquer relação com as equipes participantes. No dia do julgamento as equipes de acusação e defesa devem apresentar três testemunhas, os representantes da empresa terceirizada também estarão presentes para apresentar seus argumentos que comprovem sua inocência no caso. Os argumentos usados durante o julgamento a favor ou contra a usina devem ter base conceitual química.

Caso: Carlos foi internado com fortes dores de cabeça, febre, diarreia e vômitos. Inicialmente o médico que o examinou suspeitou de virose, mas como ele é funcionário de uma usina nuclear e o responsável por descarte de material radioativo, foi submetido a exames e constataram que contaminação por radiação. Além dele, mais dois funcionários da usina também foram hospitalizados com os mesmos sintomas. Após investigação foi descoberto que houve uma falha no processo de descontaminação das roupas usadas pelos funcionários, feito por profissionais treinados na usina. Entretanto, foi necessária a troca de duas centrifugas da lavanderia e a descontaminação ficou a cargo de uma empresa terceirizada por uma semana. Os funcionários acusam a usina de negligenciar esse processo e não garantir a segurança deles. Após a secagem as roupas deveriam ser examinadas para verificar a existência ou não de alguma contaminação, mas para Carlos e os colegas essa etapa não foi eficaz. A usina foi multada pela justiça, entretanto, recorreu da sentença afirmando ter dado toda assistência necessária aos funcionários e

não ter sido responsável pelo ocorrido, visto que a empresa terceirizada deveria cumprir o protocolo rigoroso para a descontaminação das roupas. Os funcionários processaram a empresa terceirizada e pedem indenização pelo risco que tiveram ao ser exposto a radiação.

APÊNDICE D

Situação-Problema

Mariana é aluna do terceiro ano do Ensino Médio. Durante a aula de química ela ficou surpresa ao saber que ocorrem diversos acidentes ao redor do mundo envolvendo o fenômeno da radioatividade. Lembrou, nesse momento, que sua avó foi submetida a tratamento com radioterápicos para combater um tumor. Como consequência dessa aula Mariana começou a se perguntar por que o fenômeno da radiatividade trouxe um efeito positivo para o tratamento da sua avó e em outros casos o efeito muitas vezes é devastador. Levando em consideração tudo que foi visto ao longo das atividades, como você responderia Mariana?

-