



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Campus Agreste

Núcleo de Formação Docente

Curso de Química - Licenciatura



**O USO DO VÍDEO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA**

HELLEN CRISLANNY MARINHO SILVA

Caruaru

2021

HELLEN CRISLANNY MARINHO SILVA

**O USO DO VÍDEO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino (Química)

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Cristina Gomes Catunda Vasconcelos.

Caruaru

2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 – 1242

S586u Silva, Hellen Crislanny Marinho.
O uso do vídeo como recurso didático para o ensino-aprendizagem da radioatividade no ensino de Química. / Hellen Crislanny Marinho Silva. – 2021.
85 f.; il. : 30 cm.

Orientadora: Flávia Cristina Gomes Catunda Vasconcelos.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2021.
Inclui Referências.

1. Radioatividade. 2. Recursos audiovisuais. 3. Tecnologia da informação. 4. Química - .Estudo e ensino. I. Vasconcelos, Flávia Cristina Gomes Catunda. (Orientadora). II. Título.

HELLEN CRISLANNY MARINHO SILVA

**O USO DO VÍDEO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: 05 / 05 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Flávia Cristina Gomes Catunda Vasconcelos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Souza Freitas (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida e por me dá forças e determinação para seguir em frente diante de todas adversidades e por me permitir vivenciar as experiências da graduação.

Agradeço imensamente a minha família por estar sempre ao meu lado me apoiando e dando forças para seguir em frente, compreendendo todos os momentos que precisei ficar distante para me dedicar aos estudos. Estes serão sempre as pessoas mais importantes que tenho e que posso contar em qualquer circunstância.

Aos meus pais por sempre me incentivar e vibrar a cada conquista minha e mostrar sempre da forma mais simples o quanto estava feliz com minhas vitórias. A meus avós, em especial minha avó Irene, pelos melhores ensinamentos que me mostraram que é através da educação que teremos um futuro melhor, eles que estão sempre ao meu lado em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis. As minhas irmãs, Hellida e Vitória, por sempre me incentivarem e me ajudarem para seguir em frente e mostrar que minha determinação deve ser superior aos meus medos.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado, dividindo todas as conquistas e anseios que surgiram ao decorrer do curso, à vocês Karla Kilma, Natália Monteiro, Laisa Wanderley, José Lucas, Isabela Paula, Camilla Santos, Luís Henrique e Klebson Nelson meu muito obrigada por estarem sempre ao lado tornando os dias bem mais leve e divertidos, tenho certeza que será uma amizade que levarei da universidade para a vida.

Aos professores meu muito obrigado por repassar tantos ensinamentos e mostrar o quanto ser professor é importante, dentre tantos professores destaco a professora Flávia Vasconcelos pelas contribuições realizadas em todas as atividades desenvolvidas durante a graduação; pelas orientações e oportunidade de participar do grupo NIPPEQ, muito obrigada, terei em suas atitudes um espelho para minha prática profissional.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

Este estudo apresenta uma pesquisa realizada de forma remota em uma escola da rede pública da cidade Brejo da Madre de Deus-PE, Brasil, com 41 alunos, do Ensino Médio. Evidenciando a temática radioatividade, tendo em vista a importância de se discutir sobre esse assunto, seus efeitos e aplicações, buscando desenvolver nos estudantes um posicionamento crítico e reflexivo, através de algumas situações apresentadas, principalmente, pela utilização do recurso de vídeo que se utilizado da forma correta pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem. Tendo como objetivo analisar de que forma o uso de vídeo pode contribuir para a compreensão do fenômeno da Radioatividade. O ensino dessa temática se explorado da forma correta e ética, pode propiciar o desenvolvimento da criticidade e cidadania do aluno mediante a análise dos benefícios e malefícios conhecidos na comunidade científica, mas que precisa ser mais bem divulgado na sociedade. Através de uma abordagem qualitativa, esta pesquisa foi realizada através de uma sequência didática, tendo como eixo norteador as contribuições do recurso de vídeo para o desenvolvimento de habilidades, como a ampliação de um pensamento crítico e reflexivo, além do fortalecimento da autonomia do aluno no exercício da cidadania. Além disso, a pesquisa se baseia quanto ao objetivo em uma abordagem descritiva, que traz como ferramenta de pesquisa uma sequência didática que foi dividida em seis momentos, no primeiro momento os alunos responderam um formulário de inscrição/questionário prévio, no segundo momento os estudantes discutiram sobre o episódio dos Simpsons e suas relações com a radioatividade e o cotidiano, posteriormente no terceiro momento foi evidenciada a questão da exposição a radioatividade com o caso do Césio-137, destacando a falta de informação da população no quarto momento foi utilizado uma matéria de uma cápsula que continha um possível material radioativo encontrado na cidade de Arapiraca – AL no ano de 2019, logo após no quinto momento os estudantes conheceram as diversas áreas que a radioatividade pode ser aplicada e por fim no sexto momento os estudantes responderam o questionário final. Os resultados obtidos evidenciaram as potencialidades do recurso audiovisual para a aprendizagem do fenômeno radioatividade e as habilidades desenvolvidas por meio dessa proposta. Por meio disso, os alunos desenvolveram um olhar crítico e reflexivo diante do que foi apresentado por meio do vídeo.

Palavras-chave: Radioatividade. TIC. Vídeo

ABSTRACT

This study presents research conducted remotely in a public school in the city of Brejo da Madre de Deus-PE, Brazil, with 41 high school students. It highlights the radioactivity theme, considering the importance of discussing this subject, its effects, and applications, seeking to develop in students a critical and reflective position, through some situations presented, especially by using the video resource that if used correctly can contribute to the teaching and learning process. The objective is to analyze how the use of video can contribute to the understanding of the phenomenon of radioactivity. The teaching of this theme, if explored correctly and ethically, can promote the development of critical thinking and citizenship in the student through the analysis of the benefits and harms known in the scientific community, but which needs to be better disseminated in society. Through a qualitative approach, this research was conducted through a didactic sequence, having as a guiding axis the contributions of the video resource for the development of skills, such as the expansion of critical and reflective thinking, as well as the strengthening of student autonomy in the exercise of citizenship. Moreover, the research is based on the objective in a descriptive approach, which brings as a research tool a didactic sequence that was divided into six moments, in the first moment the students answered a registration form/preliminary questionnaire, in the second moment the students discussed the Simpsons episode and its relations with radioactivity and everyday life, Afterwards, in the third moment, the issue of exposure to radioactivity was highlighted with the case of Cesium-137, highlighting the lack of information of the population, in the fourth moment a capsule containing a possible radioactive material found in the city of Arapiraca - AL in 2019 was used, soon after in the fifth moment the students got to know the several areas that radioactivity can be applied, and finally in the sixth moment the students answered the final questionnaire. The results obtained showed the potential of the audiovisual resource for learning the radioactivity phenomenon and the skills developed through this proposal. Through this, the students developed a critical and reflective look at what was presented through the video.

Keywords: Radioactivity. ICT. Video

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Material de divulgação para aplicação da sequência didática.....	37
Figura 2 – Notícia que relata o encontro de uma cápsula de césio-137 em Arapiraca.....	40
Figura 3 – Homer manuseia elemento radioativo no episódio “Homer – O Fazendeiro” da série Os Simpsons.....	83
Figura 4 – Acidente com o Césio-137.....	83
Figura 5 – Brilho do Césio-137.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Objetivos para as três primeiras perguntas do questionário prévio.....	27
Tabela 2	–	Critérios para a pergunta quatro do questionário prévio.....	28
Tabela 3	–	Critérios para as perguntas cinco e seis do questionário prévio.....	29
Tabela 4	–	Critérios para a pergunta um do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons.....	30
Tabela 5	–	Critérios para a pergunta dois do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons.....	31
Tabela 6	–	Critérios para a pergunta três do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons.....	32
Tabela 7	–	Critérios para a pergunta quatro do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons.....	32
Tabela 8	–	Critérios para a primeira pergunta do questionário final.....	33
Tabela 9	–	Critérios para a segunda pergunta do questionário final.....	34
Tabela 10	–	Critérios para a terceira pergunta do questionário final.....	34
Tabela 11	–	Critérios para a quarta pergunta do questionário final.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos Específicos.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação.....	14
3.2	Recursos audiovisuais na Educação.....	17
3.2.1	USO DE RECURSOS AUDIOVISUAIS NAS AULAS DE QUÍMICA.....	19
3.4	Ensino de Radioatividade na Educação Básica.....	21
3.4.1	PRESSUPOSTOS SOBRE A RADIOATIVIDADE E SEUS FENÔMENOS.....	22
4	METODOLOGIA.....	26
4.1	Classificação da pesquisa.....	26
4.2	Sujeitos e Campo de pesquisa.....	26
4.3	Instrumentos de coleta de dados.....	27
4.5	Sequência didática.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1	Primeiro Momento: Questionário/formulário de inscrição do JotForm.....	42
5.2	Segundo Momento: Questionário após o episódio dos Simpsons.....	53
5.2.1	SEGUNDO MOMENTO: DEBATE APÓS O EPISÓDIO DOS SIMPSONS.....	57
5.3	Terceiro Momento: Debate sobre o Caso do Césio – 137.....	60
5.4	Quarto Momento: Continuação do debate sobre o caso do Césio – 137.....	62
5.5	Quinto Momento: Debate sobre a Utilização da Radioatividade para o Desenvolvimento da Sociedade.....	65
5.6	Sexto Momento: Questionário Final.....	67
6	CONCLUSÃO.....	73
6.1	Limitações Encontradas Considerando o Cenário Atual.....	74
	REFERÊNCIAS.....	77
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	82
	ANEXO B – QUESTIONÁRIO APÓS O EPISÓDIO DOS SIMPSONS.....	83

ANEXO C – IMAGENS UTILIZADAS NO SEGUNDO MOMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA, PARA INSTIGAR OS ESTUDANTES SOBRE A EXPOSIÇÃO A UM ELEMENTO RADIOATIVO.....	84
ANEXO D – QUESTIONÁRIO FINAL.....	85

1 INTRODUÇÃO

Vivemos em um meio social que é constantemente bombardeado por informações advindas de diversas fontes e veículos, sendo as transmissões televisivas e da internet as mais presentes na sociedade, dentre estas fontes o vídeo é uma mídia popular, estando presente nas diferentes classes sociais. Sendo assim, explorar as potencialidades do recurso de vídeo no ensino das Ciências pode proporcionar aos estudantes uma maior reflexão sobre o meio em que vivem, além de viabilizar um maior acesso da população a cultura científica, visto que estamos lidando com pessoas e realidades diferentes, que compreendem essas informações de formas distintas mediante a sua formação.

Considerando que o vídeo pode ser encontrado em seus diversos formatos, como: vídeo-aulas, filmes, documentários, além dos locais de sua exibição, como *streaming*, meios de reprodução disponíveis na internet, e TV com canais abertos e pagos, identifica-se que esse ainda é um recurso que atrai todas as classes sociais e faixas etárias. No ambiente escolar, é possível sua utilização nos diversos contextos e áreas de ensino, mas, é preciso compreender que sua utilização perpassa na perspectiva de se potencializar a aprendizagem, com uso do recurso de forma estruturada, e não se restringindo apenas a sua exibição de forma ilustrativa (VASCONCELOS, 2010, p. 47).

Segundo Arroio e Giordan (2006, p. 7), o uso de vídeo e suas diversas linguagens possibilitam ao professor meios de se explorar os conhecimentos científicos, possibilitando que ele atue como mediador fomentando a autonomia, criticidade e conscientização do aluno. Diante disso, observamos a relevância da utilização desse recurso em sala de aula auxiliando no processo de ensino-aprendizagem e na formação de cidadãos críticos e reflexivos.

Vale salientar que o vídeo é uma importante ferramenta que se usada em sala de aula, pode despertar o interesse nos alunos e os conduzir a um momento de interação, socialização, concentração e aprendizado, porém ele não substitui a relação pedagógica, sendo necessário um planejamento criterioso por parte do professor para que ele seja utilizado de maneira adequada e contribua na aprendizagem (FERREIRA; SANTOS, 2014).

Diante disso, destaca-se que o uso desse recurso audiovisual pode auxiliar na construção do conhecimento sobre a temática de radioatividade, possibilitando na interpretação dos processos nucleares em usinas de produção de energia elétrica, bem como suas aplicações na agricultura, medicina, artefatos bélicos entre outras áreas, em função das interações e radiações nucleares, comparando riscos e benefícios do uso da tecnologia nuclear (BRASIL, 2018, p. 106).

Neste sentido, o presente trabalho busca analisar de que forma o uso de vídeo pode contribuir para a compreensão do fenômeno radioatividade, mediante a necessidade de se investigar melhor esta temática, visto que ela ainda é pouco explorada na educação básica e a necessidade de se desmistificar os mitos referentes aos diversos fenômenos que envolvem a mesma. Com isso é necessário que essa temática seja explorada e contextualizada com as situações presentes no cotidiano, trazendo informações que vai além do que é apresentado nos livros didáticos do ensino médio, para que o aluno possa compreender o assunto de forma ampla (VASCONCELOS, 2011, p. 62).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar de que forma o uso de vídeos pode contribuir para a compreensão do fenômeno radioatividade no processo de ensino-aprendizagem.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a contribuição do recurso de vídeo para o desenvolvimento de habilidades na aprendizagem de radioatividade, como interpretar, analisar criticamente e avaliar situações e dados presentes no recurso.
- Analisar o posicionamento crítico e reflexivo dos estudantes mediante a problemática da exposição à radiação e seus efeitos.
- Identificar as correlações realizadas pelos estudantes, entre os recursos utilizados, o tema abordado e suas implicações na sociedade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação

A implementação da tecnologia na sociedade, proporcionou mudanças na vida de pessoas de diversas faixas etárias e áreas de atuações, seja comercial a educacional, pois os adultos buscam se atualizar para que possam se capacitar para um emprego, ou simplesmente se comunicarem de forma rápida e eficiente. Todavia, as crianças e adolescentes veem essas ferramentas como uma forma de comunicação, diversão e aprendizado, sendo assim a cada dia torna-se mais natural o acesso a essas tecnologias. Para elas, tornou-se comum a aproximação com as mídias, visto que antes das crianças iniciarem seus estudos na educação infantil elas dominam o uso desses aparelhos, pois acessam diariamente, por muitas horas (ANTUNES, 2015).

É nítida as mudanças e inovações que a sociedade vem passando ao longo do tempo, na educação não é diferente; desde a década de 1970 que a implementação de tecnologias a educação como computadores nas escolas, apresentaram uma nova forma de distribuir socialmente o acesso à informação, permitindo criar, capturar, interpretar, armazenar, receber e transmitir informações (ANDERSON, 2010 apud LEITE; RIBEIRO, 2012, p. 175). A rapidez e facilidade ao acesso à informação pelas novas gerações, exigem que professores e demais responsáveis pela educação adentrem num processo contínuo de capacitação, para que possam acompanhar, filtrar e mediar essas informações. Por meio disso, pensando em uma forma de auxiliar as novidades presentes na sociedade e educação, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) apresentam “um conjunto de recursos tecnológicos que propiciam agilidade no processo de comunicação, transmissão e distribuição de informações, notícias e conhecimentos” (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015, p. 2).

Por intermédio dessas inovações tecnológicas e, conseqüentemente, das mudanças do cotidiano escolar advindas da implementação e do acesso a tecnologias da informação e comunicação, as escolas passam por uma contundente transformação, como afirma Alonso (2008):

Seus princípios são questionados, currículos são revistos, avaliações são implementadas, tendentes a dotar qualidade ao ensino/aprendizagem. Padrões que normalizem a escolarização são admitidos. Há também incentivo para novas experiências educativas pautadas, geralmente, por políticas que, ao financiarem determinados programas, tentam implicar as escolas em outras dinâmicas de ensino/aprendizagem (ALONSO, 2008, p. 749).

Apesar de todas transformações previstas com objetivo de modificar o cotidiano escolar, surgem alguns questionamentos quanto a prática docente mediante esse desenvolvimento, visto que o professor deve exercer o papel de mediador que possibilita que os alunos construam seus conhecimentos, tornando-os ativos durante todo processo. Segundo Alonso (2008, p. 755), antes, o professor era visto como um transmissor e depositário de conhecimento e possuía o papel principal na sala de aula, com o desenvolvimento de metodologias inovadoras, o processo de aprendizagem é focado no aluno e, quando associado ao uso das TIC, possibilita um melhor aproveitamento na construção do conhecimento por parte do aluno. No entanto, a gestão escolar e o seu corpo de professores ainda se restringem a ideia de transmissão de informações, prejudicando o trabalho do professor quanto mediador que, busca o desenvolvimento e a independência do aluno. Por meio disso, a escola limita e proporciona um movimento de dialética entre as duas concepções, não favorecendo a atuação e desenvolvimento do aluno, como é discutido por Locatelli, Zoch e Trentin (2015, p. 5):

Se bem empregadas, utilizando-se de softwares ou ferramentas previamente avaliadas, em especial na questão da qualidade e contributo pedagógico, bem como uma boa metodologia também previamente elaborada, muitos serão os benefícios, tais como: o acesso a materiais educacionais (softwares e conteúdos) de qualidade; a utilização de práticas didáticas atraentes e diferenciadas levando a uma aprendizagem mais significativa e duradoura; a escola torna-se mais atraente ao aluno da “geração digital”; a oportunidade ao aluno de leituras e/ou práticas através das TICs fora do horário escolar; o favorecimento do pensamento computacional, dentre tantas outras (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015, p. 5).

Embora esta lógica escolar não favoreça a ação mediada no processo educacional, reorientando a participação dos estudantes; as tecnologias da informação e comunicação buscam incentivar e desenvolver comportamentos que envolvem a formação individual e coletiva, suas habilidades, atitudes e cidadania (KENSKI, 2008, p.663). Por intermédio disso e da intercomunicação humana nesses processos, a aprendizagem ultrapassa a ideia limitante dos conteúdos, englobando “[...] valores, sensibilidades, comportamentos e práticas em múltiplos e diferenciados caminhos” (KENSKI, 2008, p. 650).

Logo, ao relacionar educação e comunicação, as temáticas e conteúdos transcendem o espaço escolar e abrangem vários assuntos que fortalecem uma relação biunívoca entre esses dois termos, como afirma Kenski (2008).

A relação biunívoca em que se entrelaçam educação e comunicação engloba os mais diferenciados assuntos, concepções e linhas teóricas, práticas, sujeitos, tempos e processos formais e não-formais conscientes e determinados, ou nem tanto assim. Envolve também manifestações humanas expressivas – mediadas ou não – em um

sentido de transformação e continuidade das relações interpessoais (KENSKI, 2008, p. 649).

Tomando como base a perspectiva em que a educação transcende o espaço escolar, é necessário recorrer a alfabetização científica, na qual devemos ter em mente que ela se remete a um processo contínuo e abrangente, que se refere ao conhecimento científico sempre levando em consideração suas diversas relações e implicações com o social (SASSERON, 2015, p. 51).

Por meio disso, pensar em relações que envolvam sujeitos, linguagem e mundo é direcionar o ensino-aprendizagem para um contexto mais acessível e abrangente, o qual se preocupa em um ensino para vida. A escola é a instituição que melhor pode dar suporte para mediação dessa cultura quando se pensa na sociedade em sua totalidade, para isso é necessário a implementação de estratégias que viabilizem o ensino-aprendizagem, visto que

Para que essa mediação ocorra nas disciplinas da área de Ensino de Ciências, são possíveis inúmeras abordagens do ensino que podem relacionar as tecnologias da informação e comunicação a divulgação do conhecimento científico, entre elas o uso de estratégias como as que incluem: experimentação; história da ciência; ciência, tecnologia e sociedade; teatro; literatura; e, inclusive trabalho com textos de divulgação científica (ALMEIDA, 2015, p. 50).

Por meio disso vemos a relevância dessas estratégias e ferramentas para o ensino, que transcende o âmbito escolar, um ensino que possibilita o desenvolvimento do estudante quanto cidadão crítico e atuante nas questões e problemas do seu meio. Através dessa abordagem, é de suma importância que se evidencie as relações entre o conteúdo/conceito e o cotidiano dos estudantes, buscando desenvolver habilidades que podem reforçar e contribuir no processo de construção de conhecimento e valores.

Dessa forma, viabilizando um estudo das ciências sem focar tanto nos conteúdos curriculares, mas priorizando os fenômenos e sua relação com o cotidiano; além do fazer científico, sobre isso, Bybee e DeBoer (1994) afirmam:

O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes (BYBEE; DEBOER, 1994, p. 376 apud SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 65).

Por meio disso, é importante que o aluno tenha conhecimento da relevância do fazer científico, para que o gosto pela ciência seja nutrido e ele possa compreender que a ciência vai além do conteúdo, abrangendo toda construção humana, que surge por meio de um problema

social, crises, desafios e inquietações para solucionar essas questões, através de inovações capazes de modificar a vivência de um grupo social (SASSERON, 2015, p. 64).

No entanto, nos deparamos com uma realidade em que o uso das TIC é relativizado, e a falta de formação dos professores quanto o seu uso, acaba por deixá-las em segundo plano (BLIKSTEIN, 2003 apud ALONSO, 2008, p. 750). Assim, é comum o professor recorrer a uma transmissão das informações, reforçando o movimento de passividade dos alunos, como reprodutores destas informações. Contudo, há professores que enfrentam esses desafios e buscam formas que possibilitem uma formação que não se restrinja ao conteúdo, mas que proporcionem um ensino para a vida. Logo, como exemplo de recursos tecnológicos, o vídeo, quando utilizado em uma aula bem estruturada, com objetivos claros e relacionados com o assunto que o professor queira que o aluno compreenda, pode auxiliar na construção do conhecimento e da autonomia do estudante, viabilizando um cidadão atuante e preocupado com o meio social.

3.2 Recursos audiovisuais na Educação

É notável a influência dos programas audiovisuais na vida das pessoas, transmitindo valores e tendências que são resultados da época em que vivem. Através desse recurso crianças, jovens, adultos e idosos podem se informar, entreter e socializar suas vivências de modo a contribuir com a comunicação (FRANCO, 1993 apud CARRERA; ARROIO, 2012, p. 2). Por meio dessas características, a inclusão dos recursos das TIC na sala de aula pode favorecer no desenvolvimento de habilidades, contribuindo com a formação cidadã e educacional dos estudantes.

Neste trabalho, consideramos ‘recursos audiovisuais’ todo aquele recurso que utiliza de imagem e som, os quais são perceptíveis pela visão e audição. Sendo então incluídos os vídeos de todos os tipos, sejam videoaulas, documentários, filmes, produções cinematográficas, curtas, dentre outros. Adota-se neste texto o termo ‘vídeo’ para quaisquer desses recursos.

Assim, na perspectiva do processo de ensino-aprendizagem, o vídeo pode permitir a visualização de um fenômeno estudado aliado à explicação e mediação do professor, possibilitando uma maior associação pelos alunos. Reconhecemos que quando os estudantes possuem alguma limitação na visão outros sentidos são explorados para a compreensão dos fenômenos, mas discutiremos neste trabalho a potencialidade do recurso no aspecto visual. Assim,

Segundo Ferrés (1996a, p. 25) dos conteúdos e informação aprendidos pelos alunos, 83% são feitos por meio da visão, além disso, os estudantes memorizam 50% do que veem e escutam (contra 20% do que apenas escutam). Em relação ao método de ensino, se esse for oral e visual conjuntamente os alunos conseguem manter 85% dos dados após 3 horas e 65% após 3 dias, porém, se o método for apenas oral os números caem para 70% e 10% respectivamente (FERRÉS, 1996, p. 25 apud ANTUNES, 2015, p. 19).

Por meio desse estudo, Ferrés (1996) organizou essas informações em um quadro que traz a porcentagem de retenção mnemônica, que é relativo a porcentagem de memorização dos estudantes ao utilizar diferentes abordagens. No quadro 1 observamos a importância da utilização do vídeo para o desenvolvimento da aprendizagem.

Quadro 1: Porcentagem de retenção mnemônica.

Porcentagem de Retenção Mnemônica		
Como aprendemos	Porcentagem dos dados memorizados pelos estudantes	
1% por meio do gosto	10% do que leem	
1,5% por meio do tato	20% do que escutam	
3,5% por meio do olfato	30% do que veem	
11% por meio do ouvido	50% do que veem e escutam	
83% por meio da visão	79% do que dizem e discutem	
	90% do que dizem e depois realizam	
Método de ensino	Dados mantidos após 3 horas	Dados mantidos após 3 dias
Somente Oral	70%	10%
Somente Visual	72%	20%
Oral e visual conjuntamente	85%	65%

Fonte: Antunes (2015, p. 19).¹

Entretanto, por ser o vídeo associado a um meio de diversão e entretenimento, esse recurso é ocasionalmente utilizado para ilustrar o conteúdo que está sendo trabalhado e não se é aprofundado as relações existentes entre o vídeo e os conteúdos que podem ser explorados no mesmo. Dessa forma, há uma banalização e limitação quanto seu uso, suas possibilidades de ensino-aprendizagem, em que o aluno poderia desenvolver habilidades são reduzidas ou extintas, pois não há um direcionamento das informações contidas no vídeo com a realidade e os conteúdos trabalhados (VASCONCELOS; LEÃO; ARROIO, 2014, p. 1).

¹Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16909/1/2015_KateFranciscaAntunes_tcc.pdf. Acesso em: 26.09.2019.

Pela variedade de vídeos e a maneira que podem ser utilizados em sala de aula, Tavares (2015, p. 89) relata sobre a forma de utilizar os mesmos, tendo em vista que a sala de aula é um espaço de acesso em que as produções audiovisuais podem se tornar mais relevantes. “[...] muitas vezes, o filme aparece como “elemento disparador” – um jargão utilizado na relação de ensino-aprendizagem – ou, também, pode substituir ou complementar o material didático-pedagógico utilizado pelos docentes” (TAVARES, 2015, p. 89).

Independente da forma a ser utilizado, é preciso que se tenha um professor que busque mediar as informações contidas no vídeo, possibilitando o aluno fazer relações com seu cotidiano. Por meio disso, para os professores utilizarem esse recurso é necessário que eles sejam alfabetizados midiaticamente. Um exemplo para que esse profissional possa se capacitar é através da utilização do vídeo no cotidiano escolar, que viabiliza ao professor “construir métodos de uso com possibilidades de aprendizagem e, no desenvolvimento de análise crítica das informações que são transmitidas nas produções cinematográficas” (VASCONCELOS; LEÃO; ARROIO, 2014, p. 1). Embora o âmbito escolar seja um espaço que pode solucionar e prover essas dificuldades técnicas ou culturais, é nítida a necessidade de cursos de atualização e capacitação que auxiliem na formação profissional (BRASIL, 2018, p. 141).

Outro ponto a ser discutido é a abrangência das áreas de pesquisa, quando trabalhadas por meio do vídeo e a relação delas com o cotidiano, pois fomenta a discussão sobre questões consideradas complexas e sem conexão com o dia a dia. Castro e Rocque (2006, p. 1) discorre sobre a implementação dessas discussões por meio do recurso audiovisual.

A complexidade e a interconexão crescente das ciências, tecnologias e também das culturas, instiga o pensar de antigas e novas questões. Assuntos antes de laboratório invadem a mídia: clonagem, mapeamento genético, próteses cibernéticas, produção de alimentos transgênicos, inteligência artificial, nanotecnologia, entre tantos outros (CASTRO; ROCQUE, 2006, p. 1).

Por meio da utilização desse recurso e metodologias que venham a incentivar a autonomia e o senso crítico dos alunos, eles terão acesso a um amplo leque de informações sobre diversos assuntos que serão indispensáveis para sua formação humana e cidadã, pois podem possibilitar reflexões sobre o fenômeno estudado e suas implicações no cotidiano.

3.2.1 USO DE RECURSOS AUDIOVISUAIS NAS AULAS DE QUÍMICA

A implementação de recursos audiovisuais no ensino de ciências não é algo novo e inovador, desde a década de 30 que temos a incorporação de temas científicos em vídeos, como

podemos observar nas publicações disponíveis e os vídeos criados que trazem essa temática (VASCONCELOS, 2016). Entretanto, apesar de termos acervo e vídeos disponíveis que fomentam o ensino de ciências por meio deste recurso, ele ainda é pouco explorado em sala de aula, e, normalmente os docentes não exploram a capacidade de desenvolver a criticidade e reflexão, se restringindo apenas a função limitante de entreter os alunos (SOUSA, 2017, p. 16).

Entretanto, ao utilizar esse recurso no ensino de ciências o professor possibilita ao aluno o acesso a exemplificações visuais, além da interação do mesmo com o objeto estudado, permitindo a visualização do que está sendo discutido para que o estudante não se prenda ao imaginário e assim possa associar o fenômeno ao seu cotidiano, promovendo um contato entre estudante e objeto de estudo (CARRERA; ARROIO, 2012, p. 2). Além disso, esse recurso promove interpretações distintas de um mesmo fenômeno, por parte dos alunos, e com questionamentos apropriados podem favorecer a sua formação como cidadão atuante, que instiga e critica o que vê.

Além disso, vale salientar que o professor ao utilizar o vídeo como um recurso didático, deve ter em mente os objetivos a serem alcançados pelos alunos, para que se tenha uma mobilização por parte deles em aprender os conceitos trabalhados por meio desse recurso. Com isso, é necessário que o docente possa mediar essas informações para que eles interajam e construam um conhecimento e opiniões referente ao que foi apresentado por meio do vídeo (VASCONCELOS; LEÃO, 2010, p. 2). Através das interações e reflexões o aluno desenvolve visões mais amplas sobre o conteúdo em questão, pelo fato de se encontrar no papel de autor do processo de aprendizagem, não somente como ouvinte, mas um produtor e consumidor do conhecimento adquirido, por meio da produção e/ou análise de vídeos a serem utilizados ou desenvolvidos em sala de aula (LEITE, 2016 apud SILVA; LEITE; LEITE, 2016, p. 4).

Além do mais, a cada ano crianças e adolescentes se familiarizam ainda mais com as inovações, o acesso a essas tecnologias promove um desenvolvimento da cognição visual espacial que é de fundamental importância para compreensão da química, por meio das ferramentas disponíveis os estudantes podem visualizar o fenômeno, discutir com seus colegas suas interpretações, refletir criticamente, tomar decisões e compartilhar seus conhecimentos (WU; SHAH, 2004 apud HERNÁNDEZ *et al.*, 2014, p. 1).

Portanto, através do uso do vídeo em sala de aula pode-se desenvolver habilidades importantes para a formação cidadã de jovens e crianças. Contudo é importante a mediação do professor, pois com acesso a tantas informações é comum que os alunos aparentemente não saibam sistematizar e estruturar as informações acessadas, necessitando de um direcionamento

para mostrar como se deve analisar e organizar o que realmente é relevante para sua formação (VASCONCELOS; LEÃO; ARROIO, 2014, p. 1).

Por meio disso, identifica-se que é de fundamental importância um aprofundamento por parte do professor quanto ao vídeo que será utilizado, buscando aperfeiçoar e orientar os envolvidos quanto as relações existentes, como afirma Arroio e Giordan (2006, p. 5):

Antes de exibir o vídeo é importante que o professor se aproprie do material, assistindo o vídeo antes para conhecê-lo, verificar a qualidade da cópia, o som, deixando o vídeo no ponto de exibição. O professor inicialmente deve realizar a desconstrução e reconstrução do produto audiovisual para então se posicionar como mediador da negociação dos significados na sala de aula (ARROIO; GIORDAN, 2006, p. 5).

Entretanto essa mediação nem sempre ocorre, por vezes o vídeo é utilizado como um instrumento capaz de substituir o professor, o famoso “tapa-buraco” que normalmente é um filme ou documentário, pois por ser mais extenso ocupa assim todo o tempo de aula, não possibilitando a associação entre o que foi visto e o conteúdo químico que está sendo estudado. (MORIN, 1995 apud VASCONCELOS; LEÃO; ARROIO, 2014, p. 4).

Contudo esse recurso pode ser considerado um efetivo meio de divulgação científica, pois permite que muitas pessoas tenham acesso as informações apresentadas no vídeo, possibilitando assim uma interconexão entre ciência e o seu cotidiano. Assim, busca-se utilizar deste recurso para promover melhorias quanto o entendimento dos aspectos da radioatividade na sociedade, através da aplicação da sequência didática desenvolvida neste trabalho.

3.4 Ensino de Radioatividade na Educação Básica

O estudo da temática radioatividade engloba discussões sobre diversas áreas como, energia, meio ambiente, armas bélicas, alimentos, acidentes nucleares, medicina, entre outros. Por se tratar de um tema atual e possuir uma relação direta com o cotidiano e a sociedade, esse tema estruturador é recomendado nas orientações curriculares oficiais, buscando relacionar o mesmo com outros conteúdos e fenômenos químicos, além de contextualizar com o dia a dia e as tecnologias resultantes dos processos nucleares (BRASIL, 2018, p. 106).

Tendo em vista a importância de se discutir sobre essa temática, Vasconcelos (2010, p. 62) ressalta sobre a relevância do aluno compreender que a radioatividade vai além dos pontos negativos e riscos relacionados aos seus fenômenos, além de possuir uma relação direta com a economia e recursos essenciais, como alimentação e geração de energia. Por meio disso o

estudante deve reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico relacionado à vida humana, para que possa compreender as suas implicações na sociedade.

Entretanto nos livros didáticos, esse conteúdo muitas vezes não é explorado pelos professores, seja por questão de tempo, ou pela deficiência por parte dos mesmos quanto a sua compreensão (SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013, p. 47). Tomando como referência a perspectiva indicada pelos documentos oficiais e o déficit de alguns professores quanto a temática, pode-se constatar que os estudantes com apoio unicamente do livro didático e sem o direcionamento do professor, possivelmente não farão relações com o cotidiano e a aula se tornará meramente tradicional.

Segundo Silva, Campos e Almeida (2013, p. 56), outro fator preocupante é a escassez de trabalhos que relatam ou trazem experiências de como ensinar o conteúdo sobre radioatividade, visto que estamos tratando de um tema relevante, que possibilita a discussão e reflexão de malefícios e benefícios do desenvolvimento tecnológico referente a temática da Radioatividade. As autoras utilizam dessa problemática, atribuída a falta de contato dos professores com novas possibilidades capazes de abordar esse tema em sua formação inicial, para justificar a deficitária formação dos professores sobre a temática.

Sendo assim, esse conteúdo por vezes não é explorado, devido a abrangência desse tema que traz implicações na ciência, na tecnologia e na sociedade que geram controvérsias que envolvem dimensões diversas: científica, tecnológica, social, ambiental, econômica e política. Além do fato de ser um tema amplo, em que a discussão permeia diversos espaços da sociedade e a necessidade do docente em dar conta dos diversos conteúdos curriculares, acaba por deixar essa discussão de fora (SILVA; PESSANHA; BOUHID, 2011, p. 4).

Além de possibilitar reflexões sobre o conteúdo e suas implicações na sociedade, despertando a criticidade e autonomia cidadã do estudante. É necessário que o professor quanto mediador, propicie a construção do conhecimento dos pressupostos desse fenômeno, por meio de embasamentos científicos.

3.4.1 PRESSUPOSTOS SOBRE A RADIOATIVIDADE E SEUS FENÔMENOS

Identificamos como radioatividade as emissões de radiações recorrente das transformações que ocorrem no núcleo atômico, sendo então uma “região central ultraminúscula, na qual está concentrada toda sua carga elétrica positiva e praticamente toda sua massa” (TAVARES, 2011, p. 40), e durante essas transformações podemos ter a formação de novos elementos químicos (MARTINS, 1990, p. 27).

É comum associar a descoberta do fenômeno da radioatividade ao físico francês Henri Becquerel, por conta de suas importantes contribuições na área. Entretanto o início da pesquisa se deu com a descoberta dos raios X pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen, a qual impulsionou os trabalhos futuros referentes a esse fenômeno.

Os raios X foram descobertos por Wilhelm Conrad Roentgen no dia 8 de novembro de 1895. Nesse dia, Roentgen observou que uma placa coberta com um material fluorescente (platinocianeto de bário) se tornava luminescente quando num tubo de raios catódicos (tubo de Crookes ou Lenard) era ligado em sua proximidade – embora o tubo estivesse envolto em papel opaco (MARTINS, 1990, p. 27).

A descoberta de Roentgen teve grande repercussão no meio científico da época, após sua publicação na revista *História de la Física*, muitos cientistas buscaram explicações para o fenômeno, destaca-se o comentário de Jules Henri Poincaré que se questiona sobre a conexão entre dois fenômenos, a produção do raio X pelas paredes do tubo de vidro e a fluorescência do vidro, ambos no local onde a parede é atingida pelo raio catódico (MARTINS, 1990).

Através da relação feita por Poincaré por intermédio da descoberta do raio X, alguns cientistas contribuíram para que a hipótese citada anteriormente fosse confirmada. Entretanto apesar da relevância dessa suposta relação para os estudos de Becquerel, nos estudos atuais essa contribuição foi descartada, já que foi visto que não há associação entre a emissão de raio X e a fluorescência, característica do platinocianeto de bário que se tornava luminescente ao ser introduzido num tubo de raios catódicos (MARTINS, 1990, p. 30).

Foi por meio dos estudos de Becquerel, que se concluiu que a radiação penetrante era originária do próprio elemento, por meio de experimentos adicionais utilizando urânio. O casal Curie foi além e descobriu que além do urânio havia outros elementos que continham essa propriedade, tornando-os radioativos (XAVIER *et al.*, 2006, p. 83-84).

Um dos elementos que impulsionou à pesquisa dos “raios de Becquerel”, foi a descoberta do tório que por meio do uso de uma câmara de ionização, identificou-se que esse elemento emitia radiação assim como o urânio, por meio disso foi possível identificar que esse fenômeno ocorria com outros elementos, além do urânio. Com essa descoberta, Marie Curie nomeia esse fenômeno de “radioatividade” (MARTINS, 1990, p. 39):

Os raios urânicos foram frequentemente chamados raios de Becquerel. Pode-se generalizar esse nome, aplicando-o não apenas aos raios urânicos mas também aos raios tóricos e a todas as radiações semelhantes. Chamarei de radioativas as substâncias que emitem raios de Becquerel. O nome de hiperfosforescência, que foi proposto para o fenômeno, parece-me dar uma falsa idéia de sua natureza (CURIE, 1899, p. 42 apud MARTINS, 1990, p. 40)

Por meio dessa afirmação, Marie Curie amplifica essa característica de emissão de radiação presente no urânio para outros elementos como o tório, nomeando as mesmas de substâncias radioativas. Através dessa descoberta Madame Curie propõe o termo radioatividade, para nomear o fenômeno estudado por Becquerel, que consistia na emissão de partículas e radiação espontânea pelos átomos de sais de urânio, que até então recebiam o nome de “raios de Becquerel”. Durante seus estudos, Madame Curie observou que essa característica não se aplicava apenas aos átomos de urânio, o que tornava o fenômeno mais abrangente e ampliava as pesquisas na área (SILVA; PESSANHA; BOUHID, 2011, p. 4).

Após essa descoberta de Marie Curie, seu esposo e cientista, o físico francês Pierre Curie e o físico neozelandês Ernest Rutherford curiosamente e de forma independente, descobriram as partículas alfa (α) e beta (β). Posteriormente um físico francês, Paul U. Villard também identificou outra espécie de radiação eletromagnética denominada de radiação gama (γ). Ambas partículas são diferentes tipos de emissões oriundas dos elementos radioativos, como o urânio e o tório, por exemplo (FONSECA, 2001 apud XAVIER *et al.*, 2006, p. 83).

Através das contribuições desses cientistas descobriu-se a radioatividade, fenômeno que normalmente é associado a uma visão negativa, pelo fato da sua história envolver muitas tragédias, como é o caso do desenvolvimento da indústria nuclear por meio do projeto Manhattan, que tinha o objetivo de construir armas nucleares que seriam utilizadas durante a Segunda Guerra Mundial, por esse e outros motivos a utilização da radioatividade não é visto com bons olhos pela sociedade.

Além dos danos causados pelo desenvolvimento científico de armas nucleares, alguns acidentes radioativos acometeram diversas partes do mundo, como o acidente de Windscale (Reino Unido), acidente da usina nuclear americana de *ThreeMileIsland* (Pensilvânia), acidente nuclear de Chernobyl (Ucrânia) e o acidente radioativo de Goiânia-GO (Brasil); deixando marcas que mudaram significativamente todo o meio e as pessoas envolvidas (XAVIER *et al.*, 2006, p. 85-86). O caso do césio-137 no Brasil resultou na morte de 4 pessoas e mais de 200 ficaram contaminadas, em maior ou menor grau (XAVIER *et al.*, 2006, p. 86). Em sua forma natural, o Césio-133, tem 55 prótons e 78 nêutrons. Entretanto, no acidente em Goiânia, o cloreto de césio-137, foi a substância que se espalhou pela cidade, sendo este césio obtido artificialmente em reatores nucleares contendo mais 4 nêutrons, deixando o mesmo instável e com meia vida de 30 anos (CRUZ, 1987, p. 166).

Com toda problemática social, ambiental e humana envolvendo esse tema, as discussões sobre o assunto são importantes para que a população tenha uma memória histórica dos malefícios da radioatividade. Mas, é indispensável a discussão dos benefícios dessa área e suas

implicações na sociedade, para que as pessoas possam fazer uma avaliação crítica e tomem decisões com bases científicas. Entre os benefícios estão: a geração de energia elétrica a partir da energia do núcleo atômico; utilização na medicina, por meio da absorção da energia dessas radiações por partes de células ou pequenos organismos e na esterilização de materiais; a irradiação em alimentos, permitindo que os mesmos sejam conservados por mais tempo entre outras áreas (VASCONCELOS, 2011, p. 52-61).

É através dessa perspectiva que esse trabalho traz por meio de uma sequência didática a importância do contexto histórico, dos problemas causados e sua aplicação no cotidiano, para que o aluno possa refletir criticamente e se posicionar quanto os benefícios e malefícios dessa área, compreendendo e analisando suas potencialidades.

4 METODOLOGIA

Esse capítulo tem por objetivo mostrar os procedimentos metodológicos desta pesquisa, caracterizando-a quanto a sua abordagem, objetivos, procedimentos, instrumentos de coleta de dados, sujeitos e campo de pesquisa e a forma como foram analisados os dados obtidos.

4.1 Classificação da pesquisa

Esse trabalho se caracteriza quanto à sua abordagem por uma pesquisa do tipo qualitativa, a qual se preocupa com “os significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2001 apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 31). Além da mesma ser descritiva, visto que este estudo pretende descrever os fatos e fenômenos da realidade, no qual o pesquisador está inserido (TRIVIÑOS, 1987 apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35).

Quanto aos procedimentos que foram utilizados na pesquisa podemos classificar a mesma como uma pesquisa participante, pois temos uma coleta de dados junto a pessoas investigadas que interagiram, se envolveram e interviram nos objetos de pesquisa.

4.2 Sujeitos e Campo de pesquisa

Em razão da pandemia do vírus SARS-CoV-2 que disseminou a doença COVID-19 pelo mundo, incluindo o Brasil, não foi possível a aplicação da sequência didática de forma presencial. Desta forma, para que a realização da proposta acontecesse de forma remota, foram utilizadas ferramentas como o Google Meet®, Google Classroom®, questionários no JotForm®, vídeo do YouTube® e um grupo no WhatsApp® que deram suporte para que a sequência didática fosse aplicada.

Participaram desta pesquisa 41 alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual, situada na cidade de Brejo da Madre de Deus - PE, a mesma foi escolhida devido ser a única escola localizada na sede da cidade que oferece turmas de Ensino Médio e também pelo fato da facilidade de acesso, mesmo que de forma remota, por parte da pesquisadora que realizou um

projeto acadêmico nesta instituição escolar. Desses 41 alunos que se inscreveram, apenas 8 participaram no dia da aplicação da sequência didática.

Foram escolhidos como sujeitos de pesquisa alunos da educação básica pelo fato do objetivo do estudo está relacionado a análise do recurso de vídeo para compreensão da radioatividade por alunos do Ensino Médio e por esses estudantes estarem atrelados ao contexto da pesquisa. Esses alunos foram identificados pelos códigos, por exemplo, (A1) onde A se refere ao termo aluno e o número é referente a ordem que eles se inscreveram.

4.3 Instrumentos de coleta de dados

Para coleta dos dados foram aplicados três questionários com perguntas abertas, que tiveram por objetivo permitir ao informante responder livremente, usar sua própria linguagem e emitir opiniões (RAMPAZZO, 2009, p. 118). O primeiro questionário disponível na plataforma JotForm foi composto de um formulário de inscrição e trouxe as questões prévias sobre a utilização do recurso no ensino, para verificar se o recurso de vídeo está sendo utilizado e a forma que está sendo abordado na educação básica, além de averiguar as concepções prévias dos estudantes sobre radioatividade. Por meio desse formulário foi possível obter os números de celulares dos discentes, e assim fazer um grupo no aplicativo WhatsApp que possibilitou uma maior facilidade na comunicação entre os participantes. Através desse grupo foi explicado as informações iniciais e conseqüentemente foi marcado o dia que ocorreu a aplicação da sequência didática, no dia da realização foi fornecido o link de acesso do Google Meet pelo grupo do WhatsApp, através dessa plataforma foi possível compartilhar uma tela para apresentar o material disponível na sequência didática para que os alunos pudessem discutir e realizar as tarefas descritas na sequência. Logo, a fim de que todas informações e discussões realizadas no Google Meet fossem analisadas posteriormente com clareza e sem perder nenhum detalhe, foi utilizado o aplicativo OBS Studio, para gravar a apresentação e discussão de forma simultânea durante toda intervenção. Diante disso, a gravação das discussões também foi utilizada como instrumento de coleta de dados.

O segundo questionário teve o objetivo de verificar as concepções e inferências dos estudantes sobre os assuntos abordados no episódio dos Simpsons e o terceiro questionário teve a finalidade de avaliar se a metodologia e o recurso utilizado na sequência didática contribuíram para a discussão sobre a radioatividade suas relações, efeitos e aplicabilidade, além de verificar se os estudantes compreenderam a importância da discussão das informações referentes a esse tema, seus benefícios e malefícios. Ambos estiveram disponíveis na plataforma do Google

Classroom, que foi de fundamental importância para o desenvolvimento das atividades propostas.

4.4 Análise dos resultados

Para análise dos resultados envolveu os momentos da sequência didática, associados aos instrumentos de coleta de dados. O método escolhido para análise dos resultados foi o método de Análise do Conteúdo (AC), pois a partir do mesmo é possível compreender o pensamento do sujeito por meio do conteúdo. “A maioria dos autores refere-se à AC como sendo uma técnica de pesquisa que trabalha com a palavra, permitindo de forma prática e objetiva produzir inferências do conteúdo da comunicação de um texto replicáveis ao seu contexto social” (BAUER, 2002, p. 189 apud CAREGNATO; MUTTI, 2006). Pelo fato de analisar o texto dos alunos por meio do questionário aberto, onde eles expressam suas opiniões sobre o que foi abordado, esse tipo de análise é apropriado, para que se possa analisar e inferir a partir das respostas deles.

Após a coleta de dados, houve a pré-análise das respostas obtidas por meio dos questionários e das discussões gravadas, nessa análise inicial buscou-se uma ambientação com essas respostas, identificando relações em comum entre as respostas de sujeitos distintos, organizando e analisando assim esses resultados obtidos através de critérios que buscam evidenciar objetivos e habilidades esperadas nas discussões dos estudantes.

No primeiro momento houve a aplicação do questionário prévio, que apresentava sete questões ao todo, trazendo questionamentos sobre o contato dos estudantes com o recurso de vídeo; além de verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o conteúdo em questão, suas relações com o cotidiano.

Com base nas três primeiras questões do questionário prévio, pode-se concluir que as respostas são mais subjetivas, dando margem a uma maior diversidade de respostas, pois se referem as vivências e particularidades de cada estudante e seu contato com uma das ferramentas de pesquisa, o vídeo. Para análise dessas questões, foram utilizados os objetivos apresentados na tabela 1, buscando definir o que se esperava das respostas dos estudantes em cada questão.

Tabela 1 – Objetivos para as três primeiras perguntas do questionário prévio.

Questões	Objetivo
----------	----------

Quantas horas por dia você costuma assistir filmes e/ou séries? Em caso afirmativo, você assiste através de qual meio (Ex.: TV, internet, canal aberto ou fechado, outros).	Verificar o quão presente o recurso de vídeo está na vida dos estudantes, conhecendo assim quanto tempo em média eles utilizam esse recurso e o meio que é utilizado.
Em algum momento da sua vivência escolar, os professores utilizaram o recurso de vídeo durante a aula? Em caso afirmativo; descreva de forma sucinta qual recurso foi utilizado e como foi essa experiência.	Identificar as experiências dos estudantes com o recurso de vídeo no cotidiano escolar, detectando qual recurso é utilizado para reprodução do vídeo e como os estudantes descrevem essa experiência.
Caso o professor tenha usado um vídeo, ou filme na aula de Química, descreva com suas palavras, como foi essa experiência.	Constatar através das experiências dos estudantes se o recurso foi utilizado durante as aulas de Química. Verificando através da descrição dos estudantes, a forma como foi utilizado e a percepção dos estudantes sobre a experiência.

Fonte: autoria própria.

Por meio dessas três questões espera-se verificar a relação dos estudantes com o vídeo, destacando o uso desse recurso e a forma que ele é utilizado no cotidiano escolar, mais precisamente nas aulas de Química. Através do que for trazido e discutido pelos estudantes foi traçado um elo entre essas experiências e o que foi discutido pelos pesquisadores dessa área, verificando assim se essa ferramenta está sendo utilizada de forma correta e contribuindo com o ensino-aprendizagem dos estudantes.

Além dessas questões subjetivas, o questionário inicial também traz três questões que são categorizadas através dos quadros de critérios e justificativas observados abaixo. Na tabela 2 temos os critérios para análise das definições e exemplos trazidos pelos estudantes sobre elemento radioativo.

Tabela 2 – Critérios para a pergunta quatro do questionário prévio, “Para você, o que seria um elemento químico radioativo? Se possível, cite exemplos:”.

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante apresenta noção sobre o que vem a ser um elemento radioativo, trazendo alguma de suas características relacionadas aos

	átomos desses elementos, além de citar exemplos de elementos radioativos.
Parcial	O estudante não apresenta o conceito de elemento radioativo, com base nas suas propriedades. Entretanto consegue relacionar esse conceito a algum fato, exemplo ou aos danos que esse elemento pode causar.
Insatisfatório	O estudante não discute sobre a definição de elemento radioativo, com base nas suas propriedades, além de não relacionar esse elemento com alguma situação, fato ou um exemplo do seu cotidiano.

Fonte: autoria própria.

Tendo em vista o conhecimento prévio dos estudantes sobre um elemento radioativo, pode-se inferir que alguns não conseguem definir tal elemento como é solicitado na questão anterior. Porém, esses alunos podem lembrar de algum fato histórico, do cotidiano, notícia ou de alguma aplicação da radioatividade, que podem caracterizar esse elemento por meio de suas experiências. Através disso o questionário prévio traz duas questões (questão 5 e 6) que esses estudantes podem discutir sobre a radioatividade suas experiências e conhecimentos. Por essas questões englobarem um objetivo em comum, seus critérios e justificativas estão interligados, como podemos observar na tabela 3.

Tabela 3 – Critérios para as perguntas cinco e seis do questionário prévio, destacadas a seguir: “Resgatando em sua memória, apresente fatos ou situações que para você se referem a radioatividade (pode ser um fato histórico, ou notícia de TV, jornal, quaisquer lembranças que apresentem informações sobre esta temática).” e “Mediante as informações que você apresentou, quais seriam as aplicações da Radioatividade em nosso dia a dia? Se possível, apresente exemplos).”

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante apresenta um fato ou situação que se refere a radioatividade, descrevendo de forma detalhada o ocorrido que possui relação com a temática. Além disso, traz informações que se referem a aplicação da radioatividade no nosso cotidiano, destacando exemplos que fortalecem essa relação entre esse fenômeno e o nosso dia a dia.
Parcial	O estudante apresenta um fato ou situação que se refere a radioatividade, porém não se aprofunda em explicar sobre o que citou. Também consegue identificar relações entre a radioatividade e o seu cotidiano, porém não relata exemplos.

Insatisfatório	O estudante não apresenta nenhum fato, situação ou aplicação no cotidiano que tenha relação com a radioatividade, ou cita algo que não possui relação nenhuma com o que foi solicitado.
----------------	---

Fonte: autoria própria.

A partir do que foi solicitado nas questões cinco e seis, onde os estudantes podem descrever os fatos, situações ou aplicações que possuam relações com a temática radioatividade, podendo ser alguma reportagem, um fato histórico, exemplos de sua aplicação em áreas do cotidiano entre outros, podemos perceber a presença desse fenômeno no cotidiano dos estudantes e a visão que eles possuem sobre o mesmo.

No segundo momento da aplicação, após a exibição do décimo primeiro episódio da quinta temporada da série televisiva Os Simpsons, intitulado “*Homer, o Fazendeiro*”, os alunos responderam um segundo questionário, com objetivo de analisar as concepções e vivências dos estudantes sobre as consequências da exposição a um elemento radioativo e verificar se os alunos conhecem algum caso de exposição a esse grupo de elementos, como ocorre com a família Simpsons e quais os efeitos após a contaminação. Diante disso, logo abaixo será apresentado os critérios e justificativas para análise das questões apresentadas no questionário 2.

Para a primeira pergunta do questionário 2, temos os critérios e justificativas apresentados abaixo, na tabela 4:

Tabela 4 – Critérios para a pergunta um do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons, destacada a seguir: “*No episódio Homer utiliza o elemento químico plutônio, com o objetivo de cuidar do solo e acelerar o crescimento da plantação. Mediante seus conhecimentos sobre esse elemento, você acredita que ele pode ser utilizado com essa finalidade? O que você utilizaria no lugar de Homer? Justifique.*”

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante apresenta informações que discordam com Homer, quanto a utilização de um elemento radioativo para crescimento e cultivo de uma plantação, trazendo argumentos que evidenciam o fato de não poder utilizar esse elemento. Além de destacar o que de fato pode ser utilizado.
Parcial	O estudante apresenta informações que discordam com Homer, quanto a utilização de um elemento radioativo para crescimento e cultivo de uma plantação, além de destacar o que de fato pode ser utilizado. Entretanto o

	aluno não traz argumentos que evidenciam o motivo de não poder utilizar esse elemento.
Insatisfatório	O estudante acredita que o elemento foi utilizado de forma correta e que trará vários benefícios para plantação.

Fonte: autoria própria.

Mediante o que foi solicitado na questão, para que o discente possa responder de forma satisfatória, é necessário que ele possua alguns conhecimentos prévios sobre o que foi apresentado no episódio, como identificar os perigos ou danos de um material radioativo, além de conhecer materiais que podem substituir o plutônio, no cultivo e crescimento de uma plantação.

A pergunta de número dois, através de um exemplo de um fruto híbrido proveniente do uso de material radioativo, questiona os efeitos dessa radioatividade no corpo humano. Para analisar as respostas dessa pergunta, foram utilizados critérios dispostos na tabela 5.

Tabela 5 –Critérios para a pergunta dois do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons, destacada a seguir: “No episódio a família Simpsons desenvolve um fruto híbrido (Tomaco) que sofreu um processo radioativo. Se esse alimento fosse comercializado no nosso cotidiano, você acredita que eles poderiam aumentar ou diminuir o índice de doenças nas pessoas? Justifique sua resposta”.

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante destaca que esse alimento aumentaria o índice de doenças nas pessoas, apresentando informações que destacam os perigos da radioatividade para a saúde. Além de relacionar esses efeitos ao consumo de alimentos que passaram por o processo de radiação como é descrito no episódio.
Parcial	O estudante destaca que esse alimento aumentaria o índice de doenças nas pessoas, porém não apresenta informações que destacam os perigos da radioatividade para a saúde. Além de não relacionarem esses efeitos ao consumo de alimentos que passaram por o processo de radiação como é descrito no episódio.
Insatisfatório	O estudante acredita que o alimento reduziria o índice de doenças nas pessoas e traz informações que justificam isso.

Fonte: própria da autora.

Diante das respostas, foi possível identificar as associações feitas pelos estudantes entre os materiais radioativos e suas implicações na saúde, através da problemática apresentada no episódio referente ao consumo de alimentos que passaram por esse processo, como por exemplo o Tomaco destacado no episódio.

A próxima pergunta também questiona sobre os efeitos da radiação ao corpo humano, porém coloca em evidência a questão da exposição da família Simpsons ao elemento plutônio, como foi apresentado no episódio. Para análise das respostas dos estudantes foram utilizados alguns critérios dispostos na tabela 6.

Tabela 6 – Critérios para a pergunta três do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons, destacada a seguir: *“No episódio o elemento químico plutônio exibe um brilho que chama a atenção de Homer, e principalmente da sua esposa Marge, que logo o questiona sobre a segurança quanto o contato direto com o elemento. Para você o contato com esse tipo de elemento pode trazer algum risco a saúde? Se sim, relate quais riscos?”*.

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante aborda na sua resposta que o elemento traria sim riscos à saúde, destacando alguns exemplos desses riscos.
Parcial	O estudante aborda na sua resposta que o elemento traria sim riscos à saúde, porém não destaca alguns exemplos desses riscos, ou traz exemplos equivocados.
Insatisfatório	O estudante acredita que o elemento não apresenta riscos à saúde.

Fonte: autoria própria.

Por meio da terceira pergunta, os alunos discutiram sobre os efeitos da exposição a radioatividade, para isso foi necessário que eles utilizem seus conhecimentos prévios sobre o assunto, para que possam relatar exemplos dos efeitos e danos causados à saúde por meio dessa exposição. Através dessa pergunta é comum que os estudantes associem os efeitos e danos dessa exposição a algum caso que eles já viram ou ouviram durante sua vivência.

Diante disso temos a pergunta de número quatro que indaga os estudantes sobre essa questão dos acidentes nucleares, casos da história em que a exposição a elementos radioativos trouxe diversos problemas a população e ao meio ambiente. Para auxiliar na análise dessa questão foram criados os critérios apresentados abaixo, na tabela 7.

Tabela 7 – Critérios para a pergunta quatro do questionário, aplicado após o episódio dos Simpsons, destacada a seguir: *“Na história da humanidade temos alguns exemplos da exposição de pessoas a elementos*

radioativos, por vezes caracterizados como acidentes nucleares. Você conhece algum desses casos de exposição a esse tipo de elemento? Se sim, relate sobre o caso.”

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante apresentou um exemplo que aborda a questão da exposição de pessoas e seus riscos, trazendo algumas informações do fato.
Parcial	O estudante apresentou um exemplo que abordar a questão da exposição de pessoas e seus riscos, porém não trouxe informações que caracterizam esse fato, ou apresentou alguma informação incorreta referente ao que foi apresentado.
Insatisfatório	O estudante não conhece nenhum exemplo de exposição a elementos radioativos.

Fonte: autoria própria.

Por fim, temos os critérios e justificativas para o questionário final, composto por quatro perguntas com o objetivo de analisar se o recurso de vídeo contribuiu para a compreensão do fenômeno e se através das ferramentas utilizadas os alunos conseguiram identificar os benefícios e malefícios que envolvem essa temática, verificando também se eles compreenderam a importância de se discutir sobre essa temática com a sociedade. Diante disso, temos os seguintes critérios e justificativas para a primeira pergunta do questionário final, apresentados na tabela 8:

Tabela 8– Critérios para a primeira pergunta do questionário final, destacada a seguir: “*Após essa intervenção você consegue identificar os benefícios e malefícios da utilização da radioatividade? Justifique sua resposta trazendo exemplos.*”

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante aborda na sua resposta que consegue identificar os malefícios e benefícios da utilização da radioatividade. Além disso, para justificar sua resposta traz exemplos que se referem a ambas situações.
Parcial	O estudante aborda na sua resposta que consegue identificar os malefícios e benefícios da aplicação da radioatividade. Entretanto, para justificar sua resposta não traz exemplos ou traz exemplos equivocados.
Insatisfatório	O estudante não consegue identificar os malefícios e benefícios da radioatividade, conseqüentemente não apresenta exemplos.

Fonte: autoria própria.

Mediante as informações apresentadas na tabela 8, podemos perceber que através da primeira pergunta do questionário final os alunos discutiram sobre os benefícios e malefícios apresentados durante a realização das atividades, destacando exemplos para reforçar os conhecimentos e percepções construídos sobre essa área.

Na tabela abaixo, temos os critérios e justificativas para a questão dois do questionário final, que busca indagar os estudantes sobre formas de informar e conscientizar a população, com o objetivo de reduzir os danos e efeitos observados em alguns na sequência didática.

Tabela 9 – Critérios para a segunda pergunta do questionário final, destacada a seguir: *“Através das discussões sobre a exposição à radiação, é possível identificar semelhanças entre a questão da família Simpsons e as pessoas envolvidas na tragédia do Césio-137. Por meio disso, podemos verificar que uma das causas principais que contribuiu para a contaminação das pessoas pelo césio foi a falta de informação da população quanto ao material encontrado. Tomando como base essa afirmação, o que poderíamos propor para informar e conscientizar a população sobre essa questão?”*

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante traz na sua resposta atitudes ou ferramentas que poderiam ser utilizadas para alertar e conscientizar a população.
Parcial	O estudante entende a importância de informar e conscientizar a população sobre essas questões, porém não descreve o que poderia ser feito.
Insatisfatório	O estudante não compreende a importância de alertar e conscientizar a população, por esse motivo não apresenta formas de como isso poderia ser feito.

Fonte: autoria própria.

Por meio do que é solicitado nessa questão, os estudantes refletiram e usaram sua criatividade para apresentar ideias que buscassem informar e conscientizar a população sobre a radioatividade e seus efeitos. Tendo em vista, os problemas e danos evidenciados durante as discussões sobre o caso do Césio-137 que foi destacado na questão. Na tabela 10, identifica-se os critérios e justificativas para a pergunta de número três do questionário final, a qual apresenta a importância de se estudar e discutir sobre radioatividade para a sociedade.

Tabela 10 – Critérios para a terceira pergunta do questionário final, destacada a seguir: *“Diante de toda discussão sobre radioatividade, como você compreende a relevância do estudo desse assunto para a sociedade.”*

Critérios	Justificativa
------------------	----------------------

Satisfatório	O estudante aborda sobre a aplicação da radioatividade no seu cotidiano, destacando a discussão dos seus benefícios para desenvolvimento da sociedade e/ou os malefícios como uma forma de alerta e conscientizar a população.
Parcial	O estudante entende a importância de discutir sobre radioatividade para a sociedade, porém não traz exemplos de como essa discussão pode auxiliar o cotidiano e a população.
Insatisfatório	O estudante não compreende a importância de discussão sobre radioatividade para a sociedade, ou aborda informações equivocadas.

Fonte: autoria própria.

Por meio das respostas apresentadas pelos estudantes, foi possível verificar o ponto de vista deles referente a importância de se discutir e abordar sobre essa temática em vários âmbitos da sociedade. Diante disso, foi necessário que eles analisassem criticamente as informações apresentadas, para formular justificativas que confirmem ou não a importância desse estudo no cotidiano e para a população. Por fim, se apresentam os critérios para a quarta e última pergunta do questionário final, na qual busca identificar quais momentos ou recursos que contribuíram ou prejudicaram os estudantes na construção do conhecimento sobre a temática, como podemos observar na tabela 11.

Tabela 11—Critérios para a quarta pergunta do questionário final, destacada a seguir: *“Analisando os momentos da aula, você consegue identificar elementos ou recursos utilizados que auxiliaram ou prejudicaram a discussão e/ou aprendizagem.”*

Critérios	Justificativa
Satisfatório	O estudante destaca na sua resposta exemplos de elementos ou recursos da aula que foram importantes para o processo de ensino-aprendizagem
Parcial	O estudante não consegue trazer exemplos de elementos ou recursos que auxiliaram no processo, porém destaca a relevância da aula como um todo.
Insatisfatório	O estudante não traz exemplos e nem apresenta informações que se refiram aos elementos ou recursos da aula, além de não conseguir associar e identificar as ferramentas utilizadas.

Fonte: autoria própria.

Tomando como base a questão quatro poderemos identificar através da resposta dos estudantes os elementos ou recursos que auxiliaram ou prejudicaram o processo de ensino aprendizagem. Diante disso, pode-se verificar se os estudantes analisaram criticamente as informações, os recursos e as discussões.

4.5 Sequência didática

Através dessa sequência didática dividida em seis momentos, espera-se que os alunos possam refletir sobre os impactos da radioatividade, tomando como exemplo o acidente radiológico com o césio 137 que ocorreu em Goiânia no ano de 1987; compreendendo assim o motivo pelo qual a radioatividade não é vista com bons olhos pela sociedade e entendendo como ocorre esse fenômeno. Além de possibilitar que os estudantes associem a radioatividade ao seu cotidiano, conhecendo suas áreas e a relação direta com os recursos essenciais.

1º Momento- Foi encaminhado um material de divulgação com o objetivo de apresentar a proposta e despertar o interesse dos estudantes para participarem da aplicação, como podemos observar na imagem abaixo. Esse material foi acompanhado de um link (<https://form.jotform.com/210337212586047>) referente ao questionário/formulário de inscrição criado no JotForm (Anexo A) para colher as informações necessárias sobre os discentes e verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre radioatividade, suas relações com o cotidiano e de algum fato histórico. Além de investigar as experiências da utilização do vídeo no cotidiano escolar. Logo após, com os dados fornecidos pelos estudantes no formulário criou-se um grupo no WhatsApp, onde foi marcado o dia e horário para os demais momentos.

Figura 1 – Material de divulgação para aplicação da sequência didática.



Fonte: Blog Colégio Pedro II. Disponível em:

<http://www.cp2.g12.br/blog/humaitaii/files/2020/03/Radioatividade-com-Os-Simpsons-2%C2%AA-serie.pdf>.

Acesso em: 15.01.2021

2º Momento: No dia combinado foi fornecido pelo grupo do WhatsApp o código de acesso ‘p2e6yzx’ para que os alunos pudessem acessar o Google Classroom e o link de acesso do Google Meet. Inicialmente eles foram orientados a acessarem ambas plataformas, ao serem direcionados ao Google Meet foi feita uma apresentação inicial, logo depois foi compartilhada uma tela, onde os alunos assistiram o quinto episódio intitulado “HOMER, o fazendeiro” da décima primeira temporada da série Os Simpsons, o vídeo possui 22’35”. Depois de assistirem o episódio, eles responderam um questionário (Anexo B) que estava disponível no Classroom, com o objetivo de analisar o que os estudantes compreendem sobre os assuntos trazidos no vídeo e os que podem ser inferidos a partir dele, como as consequências da exposição a um elemento radioativo e verificar se os alunos conhecem algum caso de exposição a esse grupo de elementos, como ocorre com a família Simpsons e quais os efeitos após a contaminação.

Ao responderem as questões levantadas, os estudantes retornaram ao Google Meet e discutiram sobre o que observaram no vídeo e através da minha mediação alguns pontos foram destacados para que os estudantes pudessem discutir e fazer relações com o cotidiano, um dos pontos em destaque foi sobre: o que de fato é utilizado para o desenvolvimento e crescimento de uma plantação; quais os cuidados que o profissional deve ter no manuseio dessas substâncias e se eles conhecem alguém que trabalha nessa área da agricultura e quais os cuidados que esse

profissional tem ao manusear substâncias que podem trazer algum risco à sua saúde. Além disso foi evidenciado a questão da exposição da família Simpsons ao elemento químico plutônio, para esse momento utilizou-se imagens (Anexo C) para instigar os estudantes quanto a exposição a um elemento radioativo e através dessas imagens eles foram questionados se ouviram falar sobre esse elemento e suas propriedades radioativas; se conhecem outros elementos químicos com o mesmo caráter e conseguem identificar algum efeito da exposição a esse tipo de elemento, outro ponto a ser levantado foi se os estudantes conheciam algum fato da história em que a exposição a um dos elementos radioativos acabou gerando impactos negativos.

3º Momento: Por meio da discussão, um dos pontos que foi colocado em evidência foi a exposição da família Simpsons ao plutônio em confronto com a população de Goiânia e o caso do céσιο-137. Para isso utilizou-se o documentário “O brilho da morte: 30 anos do céσιο 137” que foi exibido em 4 episódios no mês de setembro de 2017, dentro do programa Jornal do Meio Dia da TV Serra Dourada na emissora de TV SBT e agora está disponível no YouTube, o vídeo contém 21’14”, mas para esse momento exibiu-se até 15’50” através do Google Meet, pois foi o necessário para que os alunos pudessem fazer relações com o que foi observado no episódio dos Simpsons, quanto a exposição a um elemento radioativo e suas consequências. O vídeo traz a história contada por vítimas dessa tragédia, após 30 anos do acontecido. Após a exibição do documentário alguns questionamentos foram feitos para fomentar e direcionar a discussão sobre o assunto, os alunos foram questionados se já ouviram sobre o caso do céσιο 137, quanto os efeitos colaterais causados pela radiação do céσιο observados no vídeo e acerca da desinformação por parte da população e os profissionais envolvidos que contribuiu para a ampliar os danos causados, como é relatado pelas vítimas. Na última questão sobre a desinformação por parte dos envolvidos na tragédia, os alunos foram orientados a refletir sobre: se hipoteticamente essa tragédia ocorresse atualmente, será que estaríamos preparados para agir de uma forma diferente do que aconteceu em Goiânia?

4º Momento: Posteriormente, partindo das discussões sobre a questão levantada, apresentou-se aos alunos uma matéria que traz a informação de ter sido encontrado uma cápsula de material radioativo na cidade de Arapiraca – Alagoas no ano de 2019, após a leitura da notícia observou-se as opiniões dos alunos quanto a mesma, questionando se os participantes ouviram/viram algo relacionado a essa notícia, levando em consideração o desastre causado em Goiânia. Após as discussões os alunos foram orientados a acessarem o Google Classroom e acessarem os links disponíveis de matérias sobre esse caso e verificarem o que ocorreu de fato, se alguma pessoa foi contaminada, qual o material presente na cápsula, se os profissionais

agiram da forma correta e se por esse motivo os danos foram reduzidos, para esse momento foi destinado 10 minutos. Através das pesquisas dos links disponibilizados, os alunos verificaram que na verdade a cápsula era de raio X e mesma não continha césio. Logo após os relatos e discussão do que os estudantes descobriram sobre esse caso, foi destacada uma fala do coordenador de vigilância sanitária Edilson Melo em uma notícia, que se encontra na página oficial da prefeitura de Arapiraca-AL (Figura 2), na qual é relatado que a cápsula encontrada era de raio X e que se a empresa responsável fosse identificada poderia responder criminalmente pelo fato de ter colocado a comunidade em risco. Edilson Melo ainda expõe: *“Ela fechada não tem perigo nenhum, mas se tivesse sido aberta as pessoas correriam risco de contaminação”*.

Por meio dessa afirmação e das pesquisas realizadas, os alunos foram questionados se o material presente na cápsula de raio X seria radioativo e se traria algum dano à saúde da população a curto ou longo prazo, como foi relatado pelo coordenador da vigilância sanitária da cidade. Logo após os estudantes assistiram um pequeno vídeo, reproduzido por meio do Google Meet, que esclarece essa questão da cápsula do raio X e a radioatividade, o vídeo que contém 3'02'' está disponível no canal da empresa BrasilRad na plataforma YouTube, no vídeo o Físico Médico Walmoli Gerber Jr. explica o funcionamento das máquinas de raio X e desmistifica qualquer relação entre essa cápsula e a presença de algum material radioativo. Diante disso os estudantes puderam analisar a questão levantada anteriormente, nesse caso verificar se os profissionais dessa área estão preparados para lidar com casos desse tipo, levando em consideração a afirmação do coordenador da vigilância sanitária e as informações trazidas no vídeo.

Figura 2 – Notícia que relata o encontro de uma cápsula de céσιο-137 em Arapiraca.

≡ MENU **G1**
ALAGOAS 
Q BUSCAR

Prefeitura de Arapiraca diz que cápsula contendo céσιο-137 foi encontrada em ferro-velho

Objeto foi encontrado após denúncia anônima. Há 30 anos, incidente em Goiânia envolvendo esse material radioativo se tornou o maior acidente radiológico do mundo.

Por G1 AL
22/01/2019 10h02 - Atualizado há 6 meses









Cápsula contendo céσιο-137 foi encontrada pela Vigilância Sanitária em ferro-velho de Arapiraca, AL — Foto: Divulgação/Sancem Arapiraca

A
Ai

A prefeitura de Arapiraca informou que

Fonte – G1 AL. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/01/22/prefeitura-de-arapiraca-diz-que-capsula-contendo-cesio-137-foi-encontrada-em-ferro-velho.ghtml>. Acesso em: 17 set. 2019

5º Momento: Após os vídeos apresentados e as discussões decorrentes, é comum que os alunos associem a radioatividade a algo ruim. Nesse sentido, os estudantes foram questionados sobre a utilização da radioatividade para o desenvolvimento da sociedade, se eles conheciam alguma área que ela pode ser aplicada, de que forma ela é utilizada e quais benefícios para o meio social. Por meio disso utilizou-se uma apresentação na forma de slides, por meio do Google Meet, que traz as aplicações da radioatividade em diversas áreas, como na geração de energia, medicina, agricultura, irradiação de alimento entre outras.

6º Momento: Depois de discutir sobre os pontos positivos, e conseqüentemente, acerca da aplicação da radioatividade no cotidiano, os estudantes responderam um questionário (Anexo D) com o objetivo de analisar se o recurso de vídeo contribuiu para a compreensão do fenômeno e se os alunos conseguiram por meio das ferramentas utilizadas na sequência didática identificar os benefícios e malefícios que envolvem a radioatividade, além de verificar se eles compreenderam a importância de se discutir sobre essa temática para sociedade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

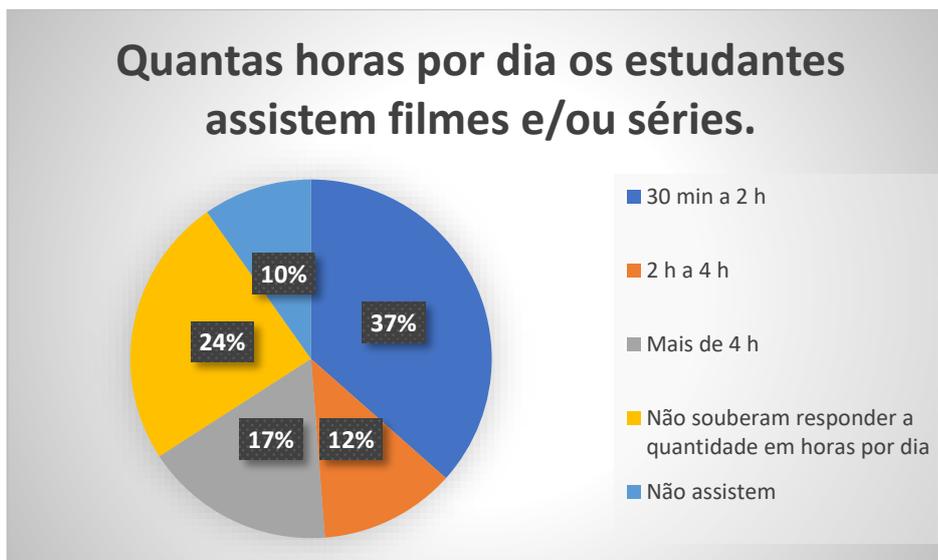
Para discutir os dados obtidos referentes a aplicação da sequência didática, os resultados foram divididos em etapas, tendo como referência os momentos da sequência didática apresentados na metodologia.

5.1 Primeiro Momento: Questionário/formulário de inscrição do JotForm

A divulgação desta pesquisa ocorreu com auxílio dos professores da Escola de Referência em Ensino Médio André Cordeiro do município de Brejo da Madre de Deus - PE, através dos grupos do WhatsApp de cada turma, para essa divulgação foi utilizado o questionário/formulário de inscrição criado no JotForm e um material de divulgação (ANEXO A).

Através das divulgações, 41 estudantes se inscreveram e conseqüentemente responderam o questionário inicial, entretanto no dia da aplicação apenas 8 participaram, esta foi realizada no dia 19 de fevereiro de 2020, com duração aproximadamente de 2 horas e 30 minutos. Mesmo assim, na primeira etapa, foram considerados os dados dos 41 estudantes que responderam o questionário inicial, no qual em sua primeira pergunta: “Quantas horas por dia você costuma assistir filmes e/ou séries? Em caso afirmativo, você assiste através de qual meio (Ex.: TV, internet, canal aberto ou fechado, outros)”. Do total de 41 participantes, 37% dos estudantes assistem em média de 30 min a 2 horas de televisão, 12% assistem em média de 2 a 4 horas, 17% assistem em média mais de 4 horas, 24% não souberam responder a quantidade de horas por dia e 10% dos discentes relataram que não assistem televisão, conforme apresenta-se no gráfico 1.

Gráfico 1 – Quantidade em horas que os estudantes assistem filmes e/ou séries.



Fonte: autoria própria.

Identifica-se também que a maioria dos estudantes costumam destinar uma parte do seu dia para assistir filmes e/ou séries. Com isso, podemos identificar que a maioria possui certa afinidade com o recurso de vídeo, pois 90% dos estudantes responderam que assistem filmes e/ou séries com uma certa frequência; essa familiaridade com os recursos é destacada por Antunes (2015), que aborda que antes mesmo de iniciar seus estudos na educação infantil, os alunos já dominam esses aparelhos e recursos e os utilizam diariamente.

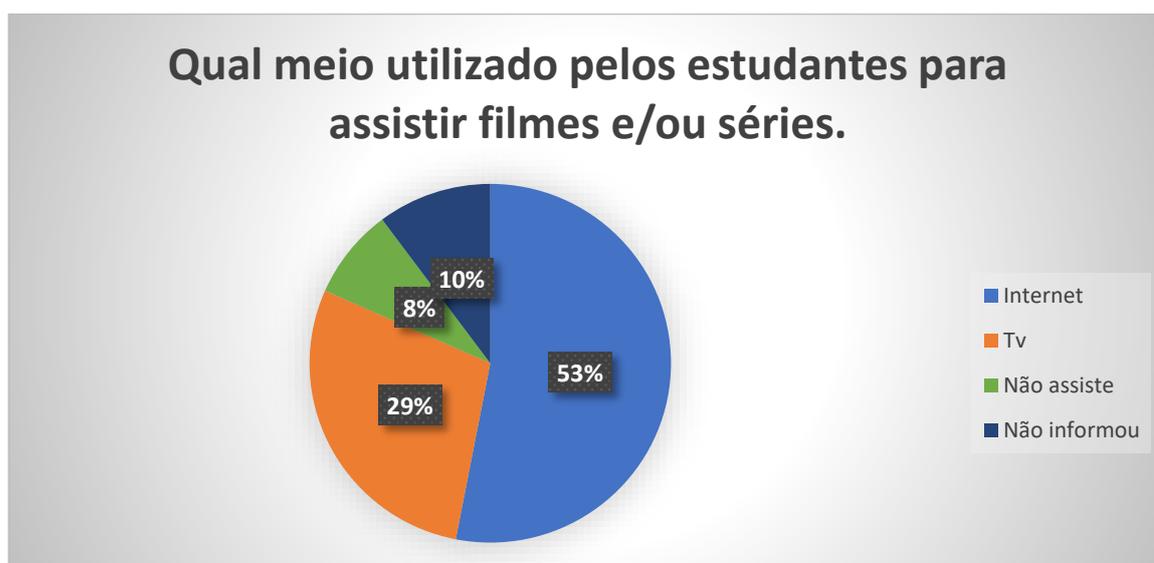
Além dos 27 estudantes que responderam a questão com base nas horas por dia em que assistem, tivemos também um número de estudantes que não souberam quantificar da forma que foi solicitado, porém trouxeram nas respostas elementos que evidenciam que esse recurso está presente na vida desses estudantes e que eles destinam uma parte do seu dia para assistir filmes e/ou séries, como podemos observar nas suas respostas: “Sempre que dá eu estou assistindo. Por diversos meios, televisão, computador, celular, diversos meios.” – A34 e “Assisto só a noite através da internet.” – A7.

Com base nessas respostas, podemos concluir que esses estudantes não conseguiram relatar no momento uma média do tempo em horas, mas não podemos generalizar que eles não assistem devido às informações das respostas trazidas por eles, como os meios utilizados, por exemplo. Entretanto como podemos observar no gráfico 1, quatro alunos relataram que não assistem filmes e/ou séries, justificaram que o motivo de não assistir é devido à falta de tempo, como é relatado pelo discente a seguir, “Eu não tenho tempo para assistir não.” – A16. E a aluna A14, que informou que “Não sei quase não tenho! Mais quando eu assisto é na tv, eu trabalho

por isso não tenho muito tempo!” – A14. Reforçando a falta de tempo que a impedia de assistir TV.

No gráfico 2, identifica-se que 26 estudantes utilizam principalmente a internet para acessarem as produções, principalmente as plataformas YouTube® e Netflix®. Isso pode ser explicado pelo fato da popularização da internet doméstica nos últimos anos, que vem se tornando peça fundamental na divulgação e acesso a obras audiovisuais (FURINI: TIETZMANN, 2014, p. 135). Outro meio que também merece destaque é a TV, entre os estudantes que responderam o questionário, 14 relataram que assistem filmes e séries pela TV, como podemos observar na resposta a seguir: “1 hora por dia na TV.”– A18, através desse número podemos ressaltar que a TV aberta foi e continua sendo uma das grandes percussoras na democratização das mídias no Brasil (BOLAÑO; BRITTOS, 2008).

Gráfico 2 – Meio utilizado entre os estudantes para assistirem filmes e/ou séries.



Fonte: autoria própria.

Em seguida, foram questionados sobre o uso do vídeo em sala de aula e suas experiências, 31 alunos que responderam o questionário, tiveram contato com o recurso de vídeo na escola, mas apenas 20 trouxeram uma resposta satisfatória com relação ao objetivo da questão, possibilitando identificar as experiências dos estudantes com o recurso no cotidiano escolar, além de detectar qual recurso foi utilizado para reprodução do vídeo e como esses estudantes descrevem essa experiência, as quais destacamos: “Sim, no ano passado os professores usavam alguns vídeos para completar as aulas.” – A35. Por meio do que foi apresentado por essa discente, é possível verificar que o recurso de vídeo continua sendo usado

de forma restritiva não explorando toda a sua potencialidade, que pode ser realizada através de estratégias bem estruturadas. Tendo em vista que o mesmo ainda é utilizado como uma forma de substituir o professor, onde não se faz relações entre o conteúdo e o que está sendo visto, o famoso “tapa-buraco”, limitando assim suas possibilidades (MORIN, 1995 apud VASCONCELOS; LEÃO; ARROIO, 2014, p. 4).

Na resposta do A25, o vídeo também é caracterizado como uma forma de complementar a aula: “Sim, geralmente era utilizado como complemento da aula, o que na maioria das vezes envolvia curiosidades sobre o assunto de uma forma dinâmica.” – A25. O aluno não apresenta em sua resposta se havia mediação do professor quanto a associação entre o conteúdo trabalhado e o vídeo utilizado para complementar o que foi discutido, apenas relatou que o recurso era utilizado de forma dinâmica e sempre envolvia curiosidades. Vasconcelos, Leão e Arroio (2014, p.1) discutem sobre essa questão da utilização do recurso como um meio de diversão e entretenimento, onde os vídeos são utilizados para ilustrar o conteúdo trabalhado, porém como as relações entre o conteúdo e o vídeo não são direcionadas, as possibilidades de ensino aprendizagem são limitadas e prejudicadas.

Assim, reforça-se a importância de critérios na escolha do vídeo, filme ou série. É preciso que o vídeo a ser utilizado esteja de acordo com a faixa etária dos estudantes e que o mesmo não possua cenas capazes de constranger e/ou despertar gatilhos que possam alterar o estado emocional dos alunos, como é relatado pela discente A24: “Só assistimos algumas vezes em sala de aula, alguns eu não assisti pq tinha umas cenas fortes, por ex morte sangue, eu não gosto.” – A24. Por meio disso, é necessário que o professor assista, verifique e analise o vídeo várias vezes antes de utilizá-lo na sala de aula, construindo assim um maior conhecimento e afinidade com o material utilizado, facilitando na mediação entre o recurso e os conteúdos, evitando situações de constrangimento, por exemplo (VASCONCELOS, 2016).

Outro ponto que podemos ressaltar nas respostas dos estudantes é a utilização desse recurso durante o período da pandemia, que foi utilizado como uma das principais ferramentas das aulas online ou híbridas: “Sim, Trabalhamos com a utilização de filmes para entendimentos e interpretação, recentemente teve uso das aulas on-line.” – A30 e “Sim, zoom e Google sala de aula, no zoom a experiência foi boa mas no Google sala de aula nem tanto.” – A19. Identifica-se assim, que eles tiveram contato com esses recursos audiovisuais, os quais estão incluídos os vídeos de todos os tipos, vídeo-aulas, documentários, filmes, produções cinematográficas, curtas. Entretanto através da resposta do A30, podemos destacar a questão de que antes da difusão das aulas online o estudante era um mero consumidor das produções, porém com o aumento do consumo desses recursos na pandemia, as pessoas passaram a

interagir e até mesmo produzir materiais de vídeo (SILVA et al., 2020). Vale salientar que recursos como os que foram citados pelos alunos, como o Google Meet e o Zoom, foram fundamentais para facilitar a comunicação entre professores e alunos durante o período da pandemia. Já que os formatos das aulas tiveram que ser adaptados, buscando maior segurança para todos.

Para análise da terceira pergunta do questionário prévio levamos em consideração o objetivo disposto na tabela 1, que busca verificar através da descrição dos estudantes, a forma como foi utilizado o recurso de vídeo na aula de Química e a percepção dos estudantes sobre a experiência. Dentre os 41 que responderam à questão, 24 discentes não tiveram experiência com o recurso na aula de química e destes 24, 18 responderam que nunca tiveram aula de química, por serem alunos do primeiro ano, conforme presente nos relatos: “Bom é o meu primeiro ano tendo aula de química, então essa pergunta eu basicamente não posso responder, porque é primeiro ano e eu não tive aula de química.” – A25, “Nunca tive aula de química.” – A22 e “Não, nunca estudei química.” – A16.

A situação retratada anteriormente faz parte da realidade da educação, que se intensificou ainda mais nesse período de pandemia, como uma forma de reduzir a contaminação e os impactos da COVID-19, algumas escolas tiveram que alterar seus métodos de ensino e se adaptar ao ensino online, porém devido a essas mudanças a educação sofre alguns problemas (CORRÊA et al., 2020). Como exemplo desses problemas, podemos destacar o fato de que apesar das aulas terem iniciado a algumas semanas os alunos do primeiro ano não tiveram aula de Química, como é retratado pelos discentes A16, A22 e A25.

Apenas 4 responderam a questão de forma satisfatória, trazendo elementos na resposta que demonstram como foi a experiência, porém esses discentes não descreveram a forma que o recurso foi utilizado, como é possível notar nas respostas dos discentes A30 e A1: “A sensação de estar vendo tudo pessoalmente, ver e ouvir algo na "prática" é bem melhor.” – A30 e “Entendi bastante o assunto que muitas vezes parecia complicado, mas quando utilizado esse recurso, deixou as informações mais claras.” – A1. Nas duas respostas vemos experiências de como o recurso pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem, a resposta do A30 destaca a importância da visão e audição para facilitar a compreensão, isso é confirmado na fala de Ferrés (1996a, p. 25) “dos conteúdos e informação aprendidos pelos alunos, 83% são feitos por meio da visão, além disso, os estudantes memorizam 50% do que veem e escutam (contra 20% do que apenas escutam)” (FERRÉS, 1996, p. 25 apud ANTUNES, 2015, p. 19).

Vale ressaltar também a resposta do discente A3: “No 7º ano foi passado o filme tsunami a experiência foi boa para a gente ver e entender como o fenômeno ocorre e ajuda muito no

aprendizado.” – A3. Apesar do aluno não relatar uma experiência com o vídeo na aula de química, como solicitado, ele descreveu como o recurso foi utilizado e a experiência obtida através desse recurso. Pelo fato do aluno ser do primeiro ano, ele não possui vivências na disciplina de química, porém ele associou a pergunta a uma prática anterior, alcançando por partes o objetivo da questão.

Posteriormente, tomando como base os critérios e justificativas da tabela 2 e as respostas dos estudantes para a questão 4, podemos concluir que 6 alunos responderam a questão de forma satisfatória. Desses alunos, 5 relacionaram o elemento com sua característica de emitir radiação, destaca-se as respostas dos discentes A39 e A5: “Um elemento radioativo, é aquele que tem a capacidade de emitir radiação. Ex.: Urânio.” – A39 e “São elementos que possuem átomos capazes de eliminar radiação. Ex: polônio.” – A1.

Analisando essas respostas, obtemos uma situação intrigante, pois ao procurar a definição de elemento radioativo na internet, encontramos algo semelhante as respostas de alguns alunos que responderam satisfatoriamente, como podemos observar na definição encontrada na página do Mundo Educação: “Elementos radioativos são aqueles cujos átomos apresentam a capacidade de eliminar radiação.” Por meio disso, por se tratar de uma abordagem online, é notável as limitações como as de cunho pedagógico que consiste na dinâmica imposta à professores e alunos nesse novo modelo (CUNHA; SILVA; SILVA, 2020). Diante dessas limitações já era esperado que alguns estudantes utilizassem esse recurso tecnológico para auxiliar nas respostas.

A resposta do estudante A39 relaciona a definição de elemento radioativo a sua propriedade de emitir radiações; o A1 se aprofunda um pouco mais e se refere aos átomos que esse elemento possui. Ao considerarmos a discussão trazida por Silva, Pessanha e Bouhid (2011, p. 4) sobre as experimentações e conclusões de Curie sobre os elementos radioativos, onde ela verificou características de emissão de radiação em alguns elementos, como o tório, concluindo que essa particularidade não se restringia apenas ao urânio e que esse fenômeno era bem mais amplo do que as discussões da época referente aos raios de urânio, ampliando assim, as pesquisas na área. Através disso podemos verificar que os discentes apresentaram respostas condizentes com a definição, quando se referem as propriedades desses elementos.

Outra resposta que merece destaque, que além de relacionar esse elemento a emissão de radiação, também aborda sobre seus impactos e contaminação na atmosfera e na saúde humana, foi evidenciado na fala do A5 abaixo:

Seriam aqueles elementos químicos que contem radiação no qual é de difícil controle ao ter contato com atmosfera, Terra. Além disso, tem grande durabilidade no meio ambiente e causa danos à saúde humana, podendo levar até a morte do ser vivo. Ex de elementos radioativo: Rádio, Urânio, Césio, entre inúmeros outros elementos. – A5.

O A5 também respondeu a questão de forma satisfatória, pois além de trazer a definição de elemento radioativo, também apresentou exemplos desses elementos e os impactos do mesmo na sociedade. Em contrapartida, 21 alunos responderam de forma parcial, nesse caso a maioria dos estudantes associaram a definição de elemento radioativo a alguma de suas características, a fatos do cotidiano, a seus danos ou apresentou apenas exemplos, como podemos verificar em algumas respostas: “Um elemento que emite um tipo de radiação própria que pode de diferentes formas prejudicar a saúde ou mudar a forma de algo.” – A30 e “Aqueles que apresentam átomos com capacidade de eliminar espontaneamente radiação.” – A26.

Por meio dessas respostas, podemos notar que os estudantes A26 e A30 associaram o elemento a sua característica própria de emitir radiação, porém nas respostas não apresentaram exemplos de elementos radioativos, o A30 ainda se referiu sobre as implicações desse elemento à saúde, quanto a questão desse elemento alterar a forma de algo como foi destacado pelo aluno, pode-se inferir que o mesmo está se referindo as mutações devido a exposição a esse elemento.

Além da resposta que traz a questão da radioatividade e mutações genéticas, podemos observar também essa relação entre radioatividade e saúde evidenciada na resposta do discente A20, “Algo que afete as células do corpo.” – A20. O discente não apresenta a definição de elemento radioativo e nem menciona exemplos, mas relaciona esse grupo de elementos a uma de suas implicações quanto a exposição do mesmo. Por meio dessa resposta, podemos inferir que o estudante não consegue definir o que é um elemento radioativo, porém ele conhece um de seus efeitos, como podemos observar no acidente que ocorreu em Chernobyl, onde após o desastre houve um aumento contínuo no número de casos de câncer, principalmente de tireóide (XAVIER et al., 2007).

Além do que já foi discutido, outras respostas atendem de forma parcial ao que foi solicitado na questão, trazendo uma contextualização desses elementos com fatos históricos e do cotidiano, como é observado nas respostas dos alunos A34 e A35, “A bomba de Hiroshima, o desastre de Chernobyl entre outras e alguns elementos que não sei o nome.” –A34.

Um dos elementos radioativos que mais têm a minha atenção é o Césio 137, o elemento que causou vários problemas em Goiânia por causa da falta de conhecimento, nele mostra que um elemento radioativo causa vários problemas ao corpo e até leva a morte. – A35.

Através dessas respostas pode-se verificar que os estudantes A34 e A35 não definiram o conceito de elemento radioativo, porém eles trouxeram fatos e contextos que se relacionam com esse grupo de elementos e possibilitam conhecer alguma de suas características e efeitos. Evidenciando danos causados pelo desenvolvimento científico de armas nucleares e alguns acidentes radioativos que acometeram diversas partes do mundo, como o acidente nuclear de Chernobyl (Ucrânia) e o acidente radioativo de Goiânia (Brasil) que deixaram marcas que modificaram o ambiente e a vida das pessoas (XAVIER et al., 2006).

Levando em consideração o critério insatisfatório, temos que 14 alunos não discutiram sobre a definição de elemento radioativo com base nas suas propriedades, nem relacionaram esse elemento a alguma situação, fato ou um exemplo do seu cotidiano, como se pode verificar nas respostas dos alunos A36 e A22: “Nunca estudei isso.” – A36 e “Não sei, pois nunca tive aula de química.” – A22. Um fator que contribuiu e é utilizado como justificativa, por alguns estudantes que não conseguiram responder a questão, é o fato deles estarem no primeiro ano do ensino médio e nunca tiveram aula de química, como foi descrito por 4 estudantes.

Logo após, no quadro 3 temos os critérios e justificativas para análise das perguntas 5 e 6 do questionário prévio. Partindo da análise da questão 5, temos que 13 estudantes responderam de forma satisfatória, trazendo exemplos de fatos ou situações que se referem a radioatividade, além de fazerem uma descrição do que foi abordado, como é identificado na resposta do aluno A22: “Um acidente radioativo no estado de Goiás e morreram várias pessoas pois não sabiam o que era aquilo.” – A22. Por meio dessa resposta, pode-se verificar que o discente resgatou de sua memória o caso do céσιο-137, destacando os danos trazidos e a falta de informação por parte da população, que contribuiu para o agravamento da situação, como relata Xavier e colaboradores (2006) sobre esse caso, que foi um dos maiores acidentes radioativos, que resultou na morte de 4 pessoas e deixou cerca de 200 contaminadas, em maior ou menor grau. A discente A35 também evidenciou na sua resposta o caso do Césio-137:

Amo sobre o caso do Césio 137, sobre como a falta de conhecimento pode ser fatal, no caso do Césio 137 temos uma vítima, uma menininha que estava brincando com o "pó brilhante" quando foi chamada por sua mãe para comer, a menininha foi comer e não lavou as mãos, fazendo assim que ingerir o Césio 137 sem querer, Ela foi uma vítima fatal desse caso. – A35

Assim como a resposta do A22, que destaca a falta de informação por parte da população no caso apresentado, o A35 discute sobre como essa questão pode ser fatal, descrevendo uma

situação que caracteriza esse acidente. Além do caso do césio-137, os estudantes evidenciaram outras tragédias que envolvem a radioatividade, como o que ocorreu em Chernobyl no ano de 1986. O estudante trouxe a questão da contaminação a longo prazo, quando destacou que alguns locais ainda apresentam vestígios de radioatividade: “Plantações a 50 km de Chernobyl ainda guardam radioatividade.” – A31. Isso se dá devido a liberação durante a explosão de 40 radionuclídeos diferentes que escaparam do reator, entre os radionuclídeos liberados podemos destacar os elementos e compostos altamente voláteis que alcançaram e contaminaram regiões de até 146.000 Km² (XAVIER et al., 2006).

O A39 destacou outro acidente radioativo, porém nesse ele destaca um filme que se refere a um acidente com um reator, em uma usina nuclear, como é destacado a seguir:

Em um filme que assistimos na escola, falava sobre uma catástrofe que aconteceu com uma usina e que depois da explosão, todos os trabalhadores e moradores, ficaram expostos a muita radiação, trazendo sérios riscos à saúde, e muitas mortes. Filme-Pandora. – A39.

Através dessa resposta, pode-se verificar que o fato apresentado pela estudante é resultado do uso de um recurso audiovisual na escola, possivelmente na disciplina de química, pela temática abordada no filme, a questão dos perigos da radioatividade e seus riscos. O filme em questão, destacado pelo A39, tem como objetivo ser um filme protesto, buscando alertar principalmente a população da Coréia do Sul, pelo fato de ser um dos países que mais utilizam a energia nuclear (BRITES, 2020).

Levando em consideração as respostas anteriores, é visível a associação da radioatividade a algo ruim, pelos fatos e situações apresentados, porém como é ressaltado por Vasconcelos (2010, p. 62), é necessário que o aluno compreenda que o conteúdo vai além dos pontos negativos e riscos. Visto que ele possui uma relação direta com a economia e recursos essenciais, como alimentação, medicina, geração de energia etc.

Com base nessa necessidade dos estudantes de compreenderem a importância desse fenômeno e sua relação com a sociedade, podemos destacar as respostas dos discentes A30 e A33 que trouxeram elementos que destacam essa relação: “Lembrei quando passou no jornal, e que a aplicação era usada na medicina e que o controle do lixo era rígido.” – A33 e “Utilização na agricultura para metabolismo de alimentos.” – A30. Os discentes abordaram em suas respostas algumas áreas que a radioatividade é aplicada, como a medicina e a agricultura, além disso, o A33 traz na sua resposta a questão do cuidado com o lixo nuclear.

O A33 evidencia a aplicação da radioatividade na medicina, que de acordo com Vasconcelos (2010) é uma das áreas mais beneficiadas, onde a radioatividade é utilizada de diferentes maneiras, desde o diagnóstico e tratamento de doenças até na esterilização de materiais essenciais para medicina. Embora alguns estudantes tenham trazido fatos ou situações relevantes associando o fenômeno a situações do seu cotidiano, 19 alunos responderam de forma insatisfatória. Desses alunos, alguns citaram que não sabiam ou não lembravam, como podemos observar na resposta do A18: “Não tenho lembranças sobre este assunto.” – A18.

Outros 19 estudantes trouxeram elementos nas suas respostas que a caracterizam como insatisfatória com base nos critérios e justificativas do quadro 3, como o que é discutido pelo aluno A9: “Radioatividade é um processo natural e espontâneo em que átomos instáveis emitem radiação por meio de decaimento, a fim de diminuir sua energia e tornarem-se mais estáveis.” – A9. Apesar de trazer características desse fenômeno, como é ressaltado por Martins (1990) que os núcleos atômicos de alguns elementos sofrem transformações e emitem radiações, porém o aluno não apresentou fatos ou situações do seu cotidiano referentes a radioatividade, não atendendo assim ao objetivo da questão.

Levando em consideração a questão 6, temos os critérios e justificativas do quadro 3 para auxiliar na análise das respostas dos alunos. Ao analisar as respostas dos 41 estudantes, podemos concluir que apenas 8 responderam de forma satisfatória, trazendo informações nas respostas que se referem a aplicação da radioatividade no nosso cotidiano, destacando exemplos que fortalecem essa relação entre esse fenômeno e o nosso dia a dia. Através disso, podemos destacar as respostas dos discentes A13 e A40: “Ela tem aplicações importantes no nosso cotidiano, por exemplo, na produção de energia elétrica!” – A13 e “Um grande exemplo que temos é na produção de energia elétrica em usinas nucleares por meio da fissão de átomos radioativos.” – A40.

Por meio das respostas trazidas pelos estudantes consideradas satisfatórias, podemos identificar que a maioria deles associam esse fenômeno a produção de energia elétrica, como é trazido nas respostas dos discentes A13 e A40. O A13 aborda que esse fenômeno tem aplicações importantes, porém traz apenas um exemplo, que limita essa variedade de aplicações inicialmente relatadas por ele. Assim como o A13, o A40 também aborda na sua resposta a aplicação da radioatividade na produção de energia elétrica, porém o último traz elementos na sua resposta que evidenciam o processo para obtenção de energia elétrica através de um elemento radioativo.

Xavier e colaboradores (2006) destacam dois pontos que favoreceram para que a utilização dessa energia elétrica proveniente dos elementos radioativos fosse discutida e sua

utilização ampliada, argumentos esses que se referem a crise do petróleo de 1973 e a comprovação de que o uso dessa energia para produção de energia elétrica era considerado possível e sua reação nuclear pode ser sustentavelmente controlada. Podendo assim, reduzir a dependência energética que os países do ocidente tinham em relação a produção do petróleo.

Embora a maioria dos estudantes que responderam satisfatoriamente, terem associado a radioatividade a sua relação com energia elétrica, alguns alunos ressaltaram aplicações em suas respostas, como é o caso do A32, “Mas uma das principais é na área da saúde, como no tratamento de radioterapia, para o combate e cura do câncer.” – A32. A resposta do discente se distinguiu das apresentadas acima, pois destaca a radioatividade utilizada na medicina, mais precisamente no tratamento de câncer, como é destacado por Vasconcelos (2010, p.57) “sessões de radioterapia são direcionadas as pessoas que passaram por um processo de destruição de células cancerosas, com emprego de feixe de radiações ionizantes.”

Todavia outros 10 estudantes responderam de forma parcial e 23 respostas foram consideradas insatisfatórias de acordo com o quadro 3. Podemos salientar as respostas apresentadas pelos alunos A1, A37 e A25, que trazem em suas respostas exemplos que não se referem a aplicação da radioatividade: “Radioterapia, radiografia, esterilização de materiais.” – A1, “Raio X.” – A37 e “O raio X, um exame muito comum de imagem.” – A25. Nessas respostas podemos perceber um exemplo em comum, destacado pelos três alunos, que uma das aplicações da radioatividade no cotidiano é o raio X. Entretanto como afirma Cardoso (2008) os aparelhos de raios-X não são radioativos, pois a energia não é proveniente do núcleo do átomo como é o caso dos materiais radioativos.

Através dos elementos trazidos na resposta do A1, ela pode ser considerada uma resposta parcial, pois trouxe dois exemplos, a radioterapia e a esterilização de materiais, onde de fato a radioatividade é aplicada, porém na resposta é trazido um exemplo que não se refere a aplicação da radioatividade, como foi destacado acima o raio X.

Como é discutido por Cardoso (2008) o raio X não possui um elemento radioativo, através disso as respostas dos discentes A37 e A25 são consideradas insatisfatórias, de acordo com o quadro 3. Além disso, podemos destacar a resposta do A35 que não respondeu a questão de acordo com o que foi solicitado, porém trouxe em sua resposta um fato histórico que envolve radioatividade, suas causas e danos, esses elementos destacados pelo A35 se referem à questão 5, porém não respondem o que foi solicitado na questão 6: “As vítimas do caso Césio 137 sofrem até hoje, muitos sobreviventes sofrem de câncer, hipertensão e distúrbios variados, além de queimaduras nos locais onde a pele entrou em contato com o "pó brilhante".” – A35. Sendo

assim essa resposta também é considerada insatisfatória, pois traz argumentos que não se adequam ao que foi solicitado na questão.

5.2 Segundo Momento: Questionário após o episódio dos Simpsons

Após os 8 estudantes que participaram no dia da aplicação assistirem o episódio dos Simpsons, eles responderam o questionário 2, por alguns estudantes não conseguirem acessar o Google Classroom, o questionário foi fornecido no formato de imagem pelo grupo do WhatsApp e os alunos enviaram as informações pelo mesmo aplicativo, através de fotos ou digitando no próprio aplicativo, alguns preferiram enviar no privado.

Para análise das respostas trazidas pelos estudantes para primeira questão, foi utilizado como base o quadro 4 que aborda os critérios e justificativas para essa pergunta. Com isso, temos que dos 8 estudantes que responderam a questão, apenas 3 responderam de forma satisfatória, trazendo informações que discordam com Homer, quanto a utilização de um elemento radioativo para crescimento e cultivo de uma plantação e argumentos que evidenciam o fato de não poder utilizar esse elemento. Além de destacar o que de fato pode ser utilizado, como podemos verificar na resposta do estudante A20: “Acho não. Por mais que demorasse eu usava adubo, pois plutônio pode causar riscos à saúde desenvolvendo várias doenças.” – A20.

Através dessa resposta, o A20 deixou claro que o plutônio não pode ser utilizado para o desenvolvimento e cultivo de uma plantação, além de evidenciar a relação entre a utilização da radioatividade e os possíveis danos à saúde. Através dos seus conhecimentos prévios o estudante afirmou que utilizaria adubo no lugar do elemento radioativo. Com base nessa afirmação é notável que o estudante conhece de fato o composto essencial para o cultivo de plantas, porém é necessário que ele compreenda que esse tipo de composto também pode proporcionar alguns riscos à saúde e ao meio ambiente.

Podemos destacar também a resposta do A21, que discute sobre o quão prejudicial se tornou o fruto derivado do uso da radiação, como é descrito no episódio dos Simpsons. Além de citar que o material correto a ser utilizado seria o adubo e agrotóxico, substituindo assim o elemento radioativo destacado:

Acredito que o plutônio não deveria ter sido utilizado da maneira que foi, por que como podemos assistir no episódio prejudicou os consumidores dos alimentos, ou seja, a plantação não deu bons frutos. Utilizaria adubo e agrotóxicos, coisas que não prejudicam o solo nem a plantação em si. – A21.

Apesar de responder de forma satisfatória a discente destaca uma questão de forma equivocada, pois ela afirma que os agrotóxicos não trazem riscos ao solo e a plantação. Entretanto por não abordar qual fertilizante que seria utilizado, podemos considerar uma generalização na informação trazida. Como é destacado Silva (2012), que abordam questões referente a utilização de diversos tipos de agrotóxicos, destacando danos ao solo, aos a própria planta e por vezes até a saúde da população, sobretudo, dos agricultores. Por meio disso, pode-se concluir que a aluna ao justificar a substituição do elemento radioativo, se equivocou quanto às características do agrotóxico.

Outros 4 estudantes também trouxeram o adubo como o que de fato deveria ser utilizado, para substituir o elemento radioativo usado de forma incorreta por Homer, porém os estudantes não apresentaram o motivo pelo qual o plutônio não deve ser utilizado no cultivo, o que caracteriza como parcial a resposta desses estudantes, seguindo os critérios do quadro 4. Diante disso, podemos verificar essas características nas respostas dos discentes A24 e A28: “Não, eu utilizaria adubo por que seria mais eficaz para a plantação.” – A24 e “Eu usaria adubo, porque ele fertiliza (fértil, fecundo, produtivo).” – A28.

Com base nas respostas apresentadas pelos 8 alunos, nenhum trouxe argumentos que sejam considerados insatisfatório, ou seja, nenhum estudante acredita que o elemento foi utilizado de forma correta e que o uso do plutônio como um fertilizante trará vários benefícios para plantação.

Mediante o que foi apresentado no episódio e o que foi solicitado na questão, podemos perceber que os estudantes apresentaram nas respostas uma postura crítica, necessária para verificarem as informações apresentadas no episódio e relacionarem com o seu cotidiano, buscando elementos que justifiquem e fundamentem sua análise das informações apresentadas.

Para análise da segunda pergunta do questionário, utilizou-se os critérios do quadro 5. Diante dessas informações temos que 4 dos 8 estudantes responderam de forma satisfatória, como é possível verificar nas respostas dos alunos A24 e A26: “Sim, poderia aumentar o índice de doenças nas pessoas, porque um elemento radioativo aplicado em alimentos poderiam trazer vários tipos de doenças.” – A24 e “Sim, pois a radiação pode queimar órgãos e pode alterar a estrutura ocasionando novas doenças.” – A26.

Através dessas respostas os estudantes trouxeram argumentos que reforçam os perigos da radioatividade para a saúde, nesse caso relacionados ao consumo de alimentos com radiação. O A24 relata que o consumo desses alimentos poderia trazer diversos tipos de doenças, mas não cita nenhuma como é feito pelo A26, que informa que a radiação pode queimar órgãos e alterar sua estrutura. Isso pode ser verificado, já que dependendo da exposição e da dose de

radiação ela pode provocar queimaduras e algumas mutações genéticas, como é discutido por Xavier e colaboradores (2007) que evidenciam essa questão levantada pelo A26, através de informações sobre o acidente de Chernobyl, onde vários trabalhadores apresentaram queimaduras e outros tipos de lesões, devido sintomas da exposição aos altos níveis da radiação.

Entre os 8 estudantes que responderam o questionário, 3 respostas podem ser classificadas como parcial, com base nos critérios do quadro 5 e nenhum estudante respondeu de forma insatisfatória, com isso pode-se concluir que todos estudantes acreditam que o alimento com altos níveis de radiação aumentaria os índices de doenças nas pessoas. Das três respostas que se enquadram como parcialmente corretas, destacamos a resposta do A20: “Aumentar, pois as pessoas estariam consumindo alimento radioativo.” – A20 e “Em minha opinião aumentaria os casos de doenças.” – A5.

Através das respostas trazidas pelos discentes A20 e A5 é possível identificar que os alunos apresentaram informações na resposta que esse alimento aumentaria o índice de doenças nas pessoas, porém a resposta não apresenta informações que destacam os perigos da radioatividade para a saúde e conseqüentemente para esse aumento no índice de doenças.

Diante das informações apresentadas no episódio é comum que os estudantes associem o consumo desses alimentos a um significativo aumento no índice de doenças, devido à forma que a radioatividade foi utilizada por Homer e as implicações apresentadas após o consumo do fruto (Tomaco). Entretanto vale salientar sobre a técnica de irradiação dos alimentos que permite que os alimentos sejam conservados por mais tempo e que não traz danos à saúde desde que não sejam ingeridos em quantidade excessiva e de forma constante (VASCONCELOS, 2011, p. 60).

Posteriormente, temos que dentre os 8 estudantes que responderam a questão 3, é possível identificar que 6 trouxeram argumentos considerados satisfatórios, seguindo os critérios do quadro 6, destacamos as respostas dos discentes A20 e A24: “Sim, câncer, perda de cabelo, bolhas e deformidades.” – A20 e “Sim, doenças, queimaduras, alergias etc.” – A24. Através das respostas é notável que os estudantes conhecem os danos e perigos causados pela exposição a radioatividade, trazendo exemplos de efeitos e sintomas provenientes da exposição a um material radioativo, nas respostas trazidas pelos estudantes A20 e A24, podemos perceber que eles também trouxeram exemplos que podem ser identificados através do vídeo do caso do Césio-137.

Apesar de todos os estudantes destacarem que a exposição traria sim riscos à saúde, 2 alunos trouxeram argumentos equivocados, caracterizando com base nos critérios essas respostas como parciais. O A6 generalizou afirmando que o corpo humano não aguenta nenhum

nível de radioatividade e o A21 destacou os perigos da radioatividade, entretanto relacionou os efeitos a emissão de radiação no raio X: “ Sim, a morte, pois ele emite muita radioatividade e o corpo humano não aguenta nada. ” – A6 e “ Sim, pois ele emite o mesmo raio que o raio – X, que contém radiação e pode prejudicar a visão ou fazer mal para o organismo. ”– A21.

Como vimos anteriormente, a produção dos raios x não usam como fonte elementos radioativos e, conseqüentemente não emitem radiações, através disso conclui-se que o A21 possui uma percepção equivocada quanto aos exemplos da aplicação da radioatividade no seu cotidiano. Já o A6 traz uma abordagem generalizada que o corpo humano não aguenta nenhuma radiação, porém podemos perceber que essa afirmação não é verídica, pelo fato de existir radiações naturais, como nos alimentos, por exemplo, “a banana que contém potássio-40 (K40), mas não chega a ser prejudicial ao organismo devido a sua distribuição quase uniforme no corpo, devido a sua alta atividade” (MELQUIADES; APPOLONI, 2004 apud VASCONCELOS, 2011, p.61).

Diante das respostas, todos os alunos acreditam que esse elemento traria sim riscos à saúde. Portanto nenhum discente, dos 8 que responderam trouxeram argumentos que sejam considerados insatisfatórios seguindo os critérios do quadro seis.

Mediante a análise das respostas dos 8 estudantes referente a questão 4, e com base nos critérios do quadro 7, podemos concluir que 7 discentes responderam a questão de forma satisfatória, destacando dois fatos que abordam tragédias de grandes proporções causadas pela exposição à radiação proveniente desses elementos, apenas uma resposta foi considerada parcial, pois apesar de trazer de forma detalhada um dos acidentes envolvendo material radioativo, o discente traz uma informação equivocada sobre o fato.

Quatro das respostas destacam o acidente radiológico de Goiânia, com o Césio-137, acidente este que deixou 4 pessoas mortas e mais de 200 pessoas contaminadas, em maior ou menor grau. Como podemos verificar nas respostas do A28 que aborda essas informações sobre o acidente: “Sim, o caso ele é antigo, aconteceu na cidade de Goiânia, o elemento radioativo era o césio 137. Esse acidente causou a morte de 4 pessoas, fora essas 4 pessoas, mais de 300 foram contaminadas.” – A28

Além dessa resposta, que descreve algumas características do acidente de Goiânia, o A6 também traz informações sobre esse caso, porém destaca elementos que a caracteriza como uma resposta parcial, seguindo os critérios destacados no quadro 7, podemos verificar a resposta do A6 abaixo:

Césio 137, foi um caso que uns catadores de sucata invadiram uma clínica abandonada, dentro havia uma máquina de raio-x abandonada, eles abriram e viram uma cápsula. Eles levaram pro ferro velho, no ferro velho abriram e viram o brilho da morte, ele pegou o pó azul e deu um pouco para os familiares, a filha dele de 3 anos ingeriu e depois de alguns dias a família e a cidade foram contaminadas. – A6

Diante dessas informações, é possível identificar que o discente conhece o caso do césio, seus detalhes e danos. Entretanto o aluno se equivocou quanto as informações sobre a cápsula, destacando que o elemento foi encontrado em uma máquina de raio X, porém se tratava de uma máquina de radioterapia, encontrada em uma clínica abandonada (GREENPEACE, 2007).

Do mesmo modo, outros estudantes também responderam de forma satisfatória, porém destacaram outro desastre, o acidente nuclear na usina de Chernobyl, como é destacado na resposta do A21: “Sim o caso de Chernobyl, onde toda a cidade foi exposta a radiação, e tiveram muitos problemas de saúde, não temos nem a estimativa de quantas pessoas morreram por conta da exposição à radiação por que foram muitos tipos de doenças.” – A21. Através do que foi exposto por esse estudante, podemos destacar o fato de que não se sabe de forma exata quantas pessoas morreram, isso se deve ao fato do aumento comprovado e contínuo no número de casos de câncer, principalmente de tireoide, especialmente nas pessoas que eram crianças ou jovens na época do acidente, além das mortes diretamente ligadas ao acidente (XAVIER et al., 2007).

5.2.1 SEGUNDO MOMENTO: DEBATE APÓS O EPISÓDIO DOS SIMPSONS

Após assistirem o episódio dos Simpsons os alunos foram questionados sobre o que de fato é utilizado para o desenvolvimento e crescimento de uma plantaçãõ; quais os cuidados que o profissional deve ter no manuseio dessas substâncias e se eles conhecem alguém que trabalha nessa área da agricultura e quais os cuidados que esse profissional tem ao manusear substâncias que podem trazer algum risco à sua saúde, como podemos verificar no diálogo abaixo:

Pesquisadora: O que mais chamou a atenção de vocês no episódio?

A20: O produto de Homer, o tomaco.

Pesquisadora: Esse tomaco foi produzido por Homer, certo. O que foi adicionado para o cultivo?

A20: Homer utilizou plutônio.

Pesquisadora: O que de fato utilizamos para o crescimento e desenvolvimento de uma plantaçãõ?

A20: Utilizamos fertilizantes.

Pesquisadora: Quais os cuidados que o profissional deve ter no manuseio dessas substâncias?

A26: Deve-se utilizar uma roupa específica para não entrar em contato direto com o material.

A20: O fertilizante também é meio tóxico, tem que ter cuidados.

A21: Sim, eles têm que usar roupas específicas.

Pesquisadora: Vocês conhecem alguém que trabalham na área agrícola?

A26: não conheço ninguém não.

A20: também não.

Pesquisadora: Os agricultores da nossa cidade utilizam esses equipamentos de segurança para trabalhar com fertilizantes e agrotóxicos?

A26: acho que utilizam.

A20: Aqui na região do brejo eles utilizam mais adubo.

A21: Aqui eles utilizam apenas bota e luva.

Por meio dessas discussões é possível verificar que os estudantes conhecem o que de fato deve ser utilizado para cultivo de uma plantação e os cuidados que devem ser tomados ao manusear esses materiais para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores. Ao serem questionados sobre os cuidados necessários com essas substâncias destacadas por eles, o A21 e A26 evidenciam a importância de usar roupas e equipamentos. Essas exigências são regulamentadas pelo Ministério do Trabalho que criou a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, estabelecendo alguns procedimentos necessários para a utilização de agrotóxicos, como o uso de EPI que é regulamentado através da lei NR 6 (BRASIL, 2005).

Através das discussões também é possível identificar que alguns agricultores da cidade não seguem ou não possuem conhecimento dessa lei, como foi destacado por A20, muitos só utilizam bota e luva. Descumprindo assim algumas obrigações referente a segurança do trabalhador.

Além dessa questão foi evidenciada a questão da exposição da família Simpsons ao elemento químico plutônio, os alunos foram questionados inicialmente se já ouviram falar sobre esse elemento e suas propriedades radioativas. Por meio desse questionamento apenas um discente afirmou já ter ouvido falar sobre o elemento, ao ser questionado onde ouviu/viu falar sobre esse elemento o mesmo afirmou que foi na internet. Entretanto o aluno nunca ouviu falar sobre suas propriedades radioativas.

Pesquisadora: vocês já tinham ouvido falar sobre o plutônio, antes de assistir o episódio?

A26: Eu não

A20: eu já

A5: eu não

Pesquisadora: Em que momento? Na escola?

A20: eu já vi na internet

Pesquisadora: Já ouviram falar sobre propriedades radioativas?

A20: não, nunca ouvi.

A26: também não.

A24: também não.

Diante desse trecho é possível identificar que os estudantes não conhecem as propriedades radioativas do plutônio, “um elemento químico radioativo, muito tóxico, utilizado como matéria-prima para construção de material bélico, não existindo de forma natural, sendo produzido e armazenado em condições extremamente rigorosas” (VASCONCELOS, 2018, p.130). Logo após, eles foram questionados se conhecem outros elementos químicos com o mesmo caráter e se conseguem identificar algum efeito da exposição a esse tipo de elemento, outro ponto que foi levantado foi se os estudantes conhecem algum fato da história em que a exposição a um dos elementos radioativos acabou gerando impactos negativos.

Pesquisadora: Vocês conhecem algum elemento com esse caráter, além do plutônio?

A20: Se eu conheço, não estou lembrando agora.

A26: também não.

Pesquisadora: Vocês conhecem algum fato da história em que a exposição a um elemento radioativo acabou gerando impactos negativos?

A26: O caso de Chernobyl

A20: O cézio – 137

Pesquisadora: quais foram os impactos que eles trouxeram? Que vocês já ouviram falar?

A26: Que hoje em dia não pode entrar lá sem roupa adequada e que até os animais de lá tiveram dificuldades no corpo, no caso de Chernobyl.

Pesquisadora: essa dificuldade seria o desenvolvimento de doenças?

A26: sim, e na formação também

Pesquisadora: e referente ao caso do cézio 137, alguém já ouviu falar?

A20: Eu já.

Pesquisadora: O que ocorreu no caso do cézio 137?

A20: Foi que tinha um canto de radioterapia, se eu não tiver enganado, na história que eu vi no YouTube. Ai uns trabalhadores foram lá e pegaram a máquina, ai tinha um pozinho brilhante, ai eles ficaram impressionados com esse pozinho e levaram para casa.

Pesquisadora: Essa imagem que está sendo apresentada tem relações com esse caso?

A20: sim, no vídeo que eu vi é mesmo assim, azul, o brilho.

Pesquisadora: A partir do pó brilhante que eles encontraram e que acharam bem interessante por conta desse brilho e levaram para casa e fizeram a festa com esse pó, passaram no corpo, na boca etc. Mais alguém já ouviu falar no caso do cézio?

A21: Não

A24: Nunca

A28: Não

Por meio desse trecho da discussão, podemos perceber que os alunos não conseguem identificar outros elementos que possuem propriedades radioativas como o plutônio. Entretanto os discentes conseguem associar esses elementos a fatos da história em que a exposição acabou trazendo aspectos negativos, como é discutido pelos alunos A26 e A20 que destacam a tragédia de Chernobyl e do Césio-137, evidenciando algumas características dos dois acontecimentos.

Em contrapartida, ao questionar os demais estudantes sobre o caso do Césio-137 discutido pelo A20, nenhum outro estudante tinha conhecimento dessa tragédia e seus danos,

ocorrido em Goiânia, onde uma substância radioativa presente em uma cápsula se transformou em uma terrível fonte de contaminação (VIEIRA, 2013).

5.3 Terceiro Momento: Debate sobre o Caso do Césio – 137

Como já tínhamos verificado anteriormente, apenas o A20 conhecia a tragédia do Césio-137. Com isso após a exibição do documentário alguns questionamentos foram feitos para fomentar e direcionar a discussão sobre o assunto. Ao serem questionados sobre os danos e efeitos evidenciados no episódio, os alunos trouxeram os seguintes argumentos:

A20: Na mão do carinha lá estava tipo uma bolha, como queimado. Por causa da radiação também teve que cortar a perna do homem.

A5: A perca dos membros.

A20: Se eu não tiver enganado, morreu cerca de 4 pessoas.

Diante das falas dos discentes A5 e A20, podemos perceber alguns efeitos que foram destacados no documentário, como a morte de algumas pessoas, queimaduras, amputações devido a radioatividade etc. Os demais discentes não se posicionaram quanto os efeitos identificados no vídeo. Posteriormente os alunos foram questionados se eles tinham noção dos efeitos dos materiais radioativos antes de assistir o vídeo do Césio-137, por meio disso, todos discentes que responderam afirmaram que não tinham noção da dimensão dos danos/efeitos que podem ser causados pela exposição. Da mesma forma, a população de Goiânia não tinha conhecimento sobre a dimensão dos perigos causados, foi necessária a morte das primeiras vítimas para que a população compreendesse o caráter fatal da contaminação radiológica (VIEIRA, 2013).

Tendo em vista os malefícios causados a partir do contato com material radioativo, os estudantes foram questionados sobre o fato apresentado no episódio dos Simpsons, referente a exposição ao plutônio, sobre o que de fato poderia ter acontecido com Homer se estivéssemos diante de um caso real. Através desse questionamento destaco a resposta do A20: “Eu acho muito difícil ele está vivo ainda.” – A20. Essa resposta salienta a questão dos efeitos e perigos do plutônio, que por se tratar de um elemento radioativo pode acarretar, nos casos mais graves, em um colapso de várias funções vitais, que pode causar a morte (LERER, 2007).

Em seguida, foi colocado em evidência as relações referentes as características do material radioativo, que em ambos os casos possuíam aspectos que atraíam as pessoas. O A24 destaca essa característica do brilho radioativo presente no episódio dos Simpsons e na tragédia do Césio-137: “É sim, porque eles brilhavam quando estava com pouca luz.” – A24. Vieira

(2013) discute sobre essa luz azul deslumbrante do césio-137, que durante a noite seduzia os moradores de Goiânia, circulando de mão em mão.

Posteriormente os alunos foram questionados sobre o que contribuiu para ampliar esses danos, o discente A20 aborda sobre o fato das pessoas compartilharem essa experiência com o material, devido ao seu brilho: “Eles foram mostrando para outras pessoas e assim espalhando o pó.” – A20. Podemos inferir que a falta de informação da população contribuiu para o aumento dos efeitos, pois por não conhecerem os malefícios desse material, as pessoas acabavam aumentando a quantidade de pessoas expostas e conseqüentemente contaminadas, pelo fato dos moradores acreditarem que aquele brilho possuía uma dádiva maravilhosa (VIEIRA, 2017).

Mediante essa problemática referente a falta de informação, foi perguntado aos estudantes se eles encontrassem esse pó brilhoso antes de assistirem o vídeo, se eles levariam para casa. E a resposta dos discentes A5 e A20 foi que sim, como podemos observar: “Tinha levado sim.” – A5 e “Eu acho que sim, se eu não tivesse visto esse vídeo, eu acho que sim.” – A20. Por meio das respostas, podemos salientar a do A20, que deixa claro que só levaria se não tivesse visto o vídeo, dando a entender que após o vídeo seus conhecimentos e ponto de vista sobre esses elementos foram modificados e que o vídeo contribuiu para essa construção de perspectiva.

Em seguida utilizou-se uma situação problema para discutir sobre a questão da falta de informações para a população, como podemos verificar no trecho da discussão abaixo:

Pesquisadora: Se hipoteticamente essa tragédia ocorresse atualmente, será que estaríamos preparados para agir de uma forma diferente do que aconteceu em Goiânia?

A20: Acho que sim

Pesquisadora: A20 se alguém da sua casa achasse o pó brilhante, será que eles agiriam diferente?

A20: Agiria diferente, depois dessa tragédia que aconteceu.

Pesquisadora: Mas eles têm conhecimento dessa tragédia?

A20: Não, eles não têm não. Eles não agiriam diferente, mas eu avisava a eles.

Pesquisadora: E aí pessoal? Estaríamos preparados?

A5: Sim e não, pois por falta de informação pode acarretar em danos que não sabemos...

Pesquisadora: Pois é, muitos de vocês tiveram conhecimento agora, né. Mas se um pai ou mãe de vocês encontra um pozinho brilhante, eles levariam para onde?

A20: Levariam para casa.

A5: Creio eu que nem todos sabem dessa tragédia, por isso levariam para casa.

Pesquisadora: o que faz a tragédia se repetir né.

Por meio desse fragmento da discussão, é possível verificar que a população não está preparada para agir novamente com material radioativo, pois apesar de termos um exemplo de

uma tragédia decorrente principalmente da falta de informação da população em nosso país, a maioria das pessoas não conhecem esse caso e seus danos, o que pode acarretar em uma reincidência da tragédia.

5.4 Quarto Momento: Continuação do debate sobre o caso do Césio – 137

Partindo das discussões sobre a questão levantada, foi apresentada aos alunos uma matéria que traz a informação de ter sido encontrado uma cápsula de material radioativo na cidade de Arapiraca – Alagoas no ano de 2019. O A20 no exato momento mostrou sua surpresa ao ler a notícia: “Eita danado é recente.” – A20. Pela reação do estudante podemos inferir que ele não conhecia esse caso, ao questionar os demais estudantes sobre esse caso em Alagoas, todos relataram que não ouviram/viram falar sobre: “Não.” – A5 e “Eu também nunca vi não.” – A24.

Por não conhecer esse fato, os alunos foram orientados a acessar alguns links que abordam esse caso e se aprofundarem sobre. Logo após foram questionados sobre as informações presentes nos links disponibilizados e referente ao que aconteceu de fato diante das suas pesquisas, como podemos acompanhar no trecho a seguir da discussão:

Pesquisadora: Se a gente levar em consideração o desastre de Goiânia era pra gente ter visto/ouvido algo sobre esse caso? A partir da leitura das matérias, o que ocorreu de fato?

A20: Foi encontrado de fato uma cápsula de raio x em um ferro velho, foi apreendido e revisaram, mas não tinha nada dentro, não continha o pó branco lá.

Pesquisadora: Alguma pessoa foi contaminada?

A5: Não.

Pesquisadora: Qual material presente na cápsula? Tem algum material radioativo?

A20: Não tinha não, pois a cápsula era de mamografia.

A5: Né raio X não?

Pesquisadora: Eles acreditavam que era de mamografia, certo? Entretanto concluíram que era de raio x. Por meio disso os profissionais agiram de forma correta?

A20: Agiram porque denunciaram né, a cápsula.

Pesquisadora: No caso se fosse uma cápsula que de fato continha césio, com a apreensão da cápsula os danos seriam reduzidos?

A6: Reduziriam e também os caras do ferro velho não abriram não a cápsula.

Diante das respostas dos estudantes sobre a cápsula encontrada em Goiânia, o A20 afirma que a mesma não continha material radioativo e que nenhuma pessoa foi contaminada, além de destacar que os profissionais agiram de forma correta apreendendo a cápsula, como é trazido pelo A6, que se caso estivessem lidando com um material radioativo os danos já seriam reduzidos, pelo fato da cápsula não ter sido aberta e conseqüentemente nenhuma pessoa ter tido contato com o pó brilhante.

Em seguida foi evidenciada a fala do coordenador de vigilância sanitária Edilson Melo, que se encontra na página da prefeitura de Arapiraca, na notícia é relatado que a cápsula encontrada era de raio X e que se a empresa responsável fosse identificada poderia responder criminalmente pelo fato de ter colocado a comunidade em risco. Edilson Melo ainda expõe: “Ela fechada não tem perigo nenhum, mas se tivesse sido aberta as pessoas correriam risco de contaminação.”.

Essa fala do coordenador de vigilância sanitária fortalece a visão equivocada dos estudantes sobre a máquina de raio X conter material radioativo, o que já vem sendo destacado por eles desde o questionário prévio e foi ressaltado no trecho da discussão a seguir:

Pesquisadora: Através dessa notícia podemos dizer que a cápsula de raio x, contém material radioativo?

A20: Eu acho que contém.

A21: Eu também acho.

A28: Contém sim.

A5: Se é de raio x contém sim.

Pesquisadora: O coordenador acredita que a cápsula de raio x poderia trazer perigo para a sociedade?

A20: Sim, como queimaduras no corpo, também teve que amputar a perna do cara.

Pesquisadora: Vocês acreditam que essa cápsula poderia trazer algum dano a curto ou longo prazo?

A24- Eu acredito que traria

A5- Com certeza.

A20- Traria, eu não sei se o material que tem dentro do raio x é o mesmo que o cézio. Eu acredito que seja um pouco diferente, mas é radiação do mesmo jeito.

A21- Eu também acho.

A20- De imediato não ia causar nada, mas ao longo do tempo iam surgir problemas.

É notável que os estudantes acreditam que a máquina de raio X contém material radioativo e que pode trazer danos semelhantes a tragédia do Césio-137, como foi destacado na fala do A20: “Sim, queimaduras no corpo, também teve que amputar a perna do cara.” – A20. Nessa resposta o discente traz alguns efeitos da radioatividade que foram destacados no documentário do Césio-137, associando os mesmos danos a máquina de raio X. Entretanto Cardoso (2006) contradiz essa questão levantada nas discussões sobre o equipamento de raio X possuírem radioatividade, pelo fato da sua energia não ser proveniente do núcleo do átomo característica dos elementos radioativos.

Se contrapondo ao que foi discutido pelo secretário da vigilância sanitária e reforçado pelos estudantes foi apresentado um vídeo que desmistifica a questão das máquinas de raio X e a radioatividade envolvida. O físico-médico Walmoli Gerber Jr. (2018) Salienta no vídeo que o funcionamento da máquina de raio X, nada mais é do que uma Lâmpada e que os tubos

poderiam ser destinados ao ferro velho e lixo comum, como é destacado na nota técnica DIVS N° 003/2018 da vigilância sanitária:

O equipamento de Raios X pode ser tratado como resíduo sólido comum e encaminhado para sucateamento (reciclagem dos componentes). Com exceção dos componentes do equipamento de Raios X que estiverem em contato com o óleo isolante, estes devem ser tratados como resíduos químicos perigosos de Classe I e serem encaminhados para aterro de resíduos perigosos – Classe I. A ampola deve ser descartada tomando-se os mesmos cuidados que os de uma lâmpada. Evite impactos sobre a ampola, pois a mesma está submetida a forte vácuo. (NOTA TÉCNICA DIVS N° 003/2018)

Tendo conhecimento disso, os alunos foram questionados novamente sobre o equipamento do raio X e suas relações com a radioatividade. Verificando que as percepções dos estudantes sobre esse material se modificaram através da discussão trazida nesse vídeo, como é possível identificar no recorte a seguir:

Pesquisadora: O vídeo esclareceu alguma coisa para vocês referente o que nós tínhamos discutido?

A20: Ele pode ser descartado como uma televisão.

Pesquisadora: A cápsula traria algum perigo para a população?

A20: Não, se é descartado no lixo desses, acho que não.

Com base nas discussões apresentadas ficou claro que os estudantes após assistirem o vídeo da BrasilRad que desmistifica qualquer afirmação de que o equipamento de raio X é radioativo, modificaram sua concepção sobre os perigos desse equipamento e seus efeitos destacados anteriormente. Relatando também que o equipamento poderia ser descartado no lixo comum, o que é ressaltado através da NOTA TÉCNICA DIVS N° 003/2018.

Essa questão do raio X ser radioativo, vem sendo levantada pelos discentes desde os questionamentos prévios, por meio disso vemos que esse vídeo foi fundamental para esclarecer essas dúvidas dos alunos que participaram da intervenção referente a esse equipamento. Além disso, os estudantes através do vídeo puderam identificar a falta de preparo por parte dos profissionais da vigilância sanitária, que tinham dúvidas referente ao que estavam lidando e seus possíveis danos, destacado no fragmento abaixo da discussão:

Pesquisadora: Através do vídeo que vocês acabaram de assistir que desmistifica essa questão do raio x conter radioatividade e levando em consideração a afirmação do profissional da vigilância sanitária, que afirma que se a cápsula fosse aberta a população ia sofrer muitos danos. Podemos afirmar que a população e os profissionais estão preparados para lidar com casos desses tipos?

A5: Não estão.

A20: Não.

Pesquisadora: Porque eles não estão preparados?

A20: Eu acho que eles não iam esperar que uma tragédia dessa fosse acontecer novamente. Por isso que eles não conheciam muito o material
A5: Nessa situação, ficou a desejar. Portanto não estão preparados.

Diante das informações presentes no vídeo da BrasilRad que contrária a fala do secretário de vigilância sanitária da cidade de Arapiraca, os alunos puderam concluir que os profissionais não estão preparados para lidar com casos desse tipo, destacando a falta de informação por parte da população e dos profissionais sobre esses materiais, por acharem que essa tragédia não pode ser repetir, como foi destacado pelo A20.

Através das discussões sobre o caso do Césio-137 e o descarte de equipamentos contendo radiação, foi possível desenvolver a habilidade EM13CNT104, descrita abaixo:

Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis (BRASIL, 2018, p. 555).

Mediante o que foi solicitado e os recursos apresentados que deram suporte e embasamento para que os estudantes pudessem analisar criticamente as situações apresentadas, buscando destacar a forma que o material devia ser descartado para que não implicasse danos a sociedade e ao meio ambiente.

5.5 Quinto Momento: Debate sobre a Utilização da Radioatividade para o Desenvolvimento da Sociedade

Por fim diante de tudo que foi apresentado é comum que os estudantes associem a radioatividade apenas a seus pontos negativos, malefícios e desastres. Entretanto ela também traz grandes benefícios a sociedade por meio da sua aplicação em diversas áreas, como é destacado por Vasconcelos (2010). Nesse momento os estudantes foram questionados sobre a utilização da radioatividade para o desenvolvimento da sociedade, contudo apenas o A20 trouxe um exemplo de sua aplicação, como podemos observar adiante: “Na eletricidade, eu acho.” – A20.

Diante dessa resposta o estudante destacou uma área em que de fato esse fenômeno é utilizado para o benefício da sociedade. Por meio dessa resposta o estudante foi questionado de que forma a radioatividade é aplicada na eletricidade e quais seriam os benefícios do seu uso. A partir desse questionamento o A20 trouxe argumentos que estão de acordo com o que foi solicitado, como podemos identificar no fragmento da discussão abaixo:

Pesquisadora: De que forma a radioatividade é aplicada?

A20: Ela gera energia, através das usinas nucleares.

Pesquisadora: Quais seriam os benefícios?

A20: A energia na cidade.

O discente destaca que por meio da radioatividade podemos gerar energia elétrica, com o auxílio de usinas, entretanto não relaciona essa característica aos núcleos atômicos desses elementos, como é evidenciado por Vasconcelos (2010, P. 54) ao abordar sobre usina nuclear, “a usina capaz de produzir eletricidade a partir da energia do núcleo atômico.”

Após apresentar os slides sobre a aplicação da radioatividade, os alunos puderam discutir com mais embasamento sobre as áreas apresentadas. Ao discutir sobre os benefícios da radioatividade, os alunos apresentaram as áreas que eles não tinham conhecimento que a radioatividade era aplicada, como podemos verificar nas falas dos estudantes A20 e A5: “Eu não sabia esse da arqueologia não, só conhecia o da medicina, eletricidade e o da plantação.” – A20 e “O que eu conhecia era o da arqueologia bastante, o da medicina também e o dos alimentos mais ou menos e o da esterilização de equipamentos médicos.” – A5.

Mediante essas respostas podemos perceber que os estudantes relataram conhecer algumas áreas que antes não foram destacadas por eles. No questionário prévio, por exemplo, foi realizada a mesma pergunta sobre a aplicação e nenhum aluno destacou a questão da esterilização de equipamentos médicos, irradiação de alimentos ou arqueologia.

Ao serem questionados sobre alguma área em que a radioatividade é aplicada, o A5 destacou a questão da utilização em alimentos: “Eu gostei bastante de ter trabalhado encima do alimento em si.” – A5. Devido a surpresa dos estudantes ao apresentar a aplicação da radioatividade nessa área e conhecendo os benefícios destacado, os discentes foram questionados sobre o motivo pelo qual as pessoas têm um certo receio em consumir alimentos irradiados, como foi destacado na apresentação.

Diante disso eles destacaram o fato das pessoas associarem esse fenômeno a seus pontos negativos, devido às tragédias e acidentes que trouxeram enormes danos para a população, destacado, por exemplo, na fala do A5: “Talvez seja pelos acontecimentos que aconteceram anos atrás, aí as pessoas ficam meio inseguras.” – A5.

Concluimos que apesar dos benefícios associados à utilização da radioatividade no cotidiano, a aplicação desse fenômeno em meios essenciais, como alimentação e energia, por exemplo, ainda é escasso. Devido principalmente a visão que a população tem referente ao uso de radioatividade, uma visão temerosa e preconceituosa, devido seus conhecimentos sobre alguns momentos que esse fenômeno foi usado de forma maléfica ou as tragédias decorrentes do seu uso.

Através das discussões que abordam as potencialidades e os riscos da radioatividade, é possível que os estudantes desenvolvam a habilidade EM13CNT103 disposta na BNCC e observada a seguir: “Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.” (BRASIL, 2018, p. 255).

5.6 Sexto Momento: Questionário Final

Nesse momento ao analisar as respostas dos 8 alunos que participaram de toda intervenção e responderam o questionário final, buscamos analisar se o recurso de vídeo contribuiu para a compreensão do fenômeno e se os alunos conseguiram por meio das ferramentas utilizadas na sequência didática identificar os benefícios e malefícios que envolvem a radioatividade, além de verificar se eles compreenderam a importância de se discutir sobre essa temática com a sociedade. Destacamos que todos responderam a primeira questão de forma satisfatória, trazendo exemplos dos benefícios e malefícios da utilização da radioatividade no cotidiano. O estudante A5 além de trazer exemplos dos benefícios e malefícios da radioatividade, apresenta alguns elementos na sua resposta que possibilitam inferir que os elementos discutidos na sequência didática foram essenciais para a construção do seu conhecimento sobre o que está sendo solicitado, essa resposta pode ser verificada a seguir:

Sim, os benefícios identificados, no qual pra mim foi de grande relevância foram: o uso da radioatividade na medicina, na arqueologia, nos alimentos, na agricultura etc. Seus malefícios estão submetidos aos danos à saúde que pode até causar a morte do ser vivo e perda de membros do corpo. – A5

Através dessa resposta é perceptível a presença de informações que foram trazidas e discutidas ao decorrer da sequência didática, como o fato do estudante abordar as áreas em que a radioatividade pode ser aplicada, áreas essas que foram destacadas no quinto momento da sequência didática por meio de uma apresentação de slide. Além disso, nos malefícios trazidos pelo A5, abordam dois efeitos destacados no vídeo apresentado referente ao caso do céscio-137, onde uma substância radioativa usada no tratamento de doenças foi transformada em uma terrível fonte de contaminação, causando a morte de algumas pessoas pelo contato com o material radioativo, o discente A5 aborda um caso específico apresentado no vídeo que foi a amputação das duas pernas do bombeiro aposentado, Domingos Pereira, vítima da tragédia ocorrida em Goiânia (VIEIRA, 2013).

De acordo com essa perspectiva, o A39 também traz exemplos que se referem à aplicação da radioatividade no cotidiano, porém em alguns casos além dos exemplos, o estudante destaca o que esse uso proporciona nas diversas áreas trazidas. No caso dos malefícios, o aluno apresenta informações que possibilitam inferir que ele está associando a algumas tragédias que ocorreram ao longo do tempo, como os ataques a Hiroshima e Nagasaki e os acidentes nucleares ocorridos em Chernobyl e Goiânia:

Sim, podemos citar como benefício a produção de energia limpa, na agricultura: o aumento de qualidade e conservação dos produtos, na medicina tecnologias com o intuito de ajudar no tratamento de doenças, e os malefícios podem estar ligados ao seu uso para bombas atômicas, ou até em um vazamento ou descarte inapropriado de um material radioativo. – A39

No fragmento acima, além de destacar os casos do Césio-137 e de Chernobyl implicitamente, o discente também argumentou sobre o uso da radioatividade para bombas, nesse caso temos os ataques as cidades de Hiroshima e Nagasaki, que deixaram milhares de pessoas mortas e feridas (XAVIER et al., 2007).

Diante dessas respostas apresentadas podemos concluir que as discussões e os recursos contribuíram para que os estudantes compreendessem os pontos positivo e negativos relacionados à radioatividade e formulassem sua concepção sobre a temática.

Posteriormente os alunos puderam trazer ideias de como orientar, informar e conscientizar a população sobre os perigos da radioatividade, através da segunda questão do questionário final. Mediante o que foi solicitado e os critérios apresentados no quadro 9, temos que 5 estudantes apresentaram formas consideradas satisfatória de como informar a população, como é o caso da resposta trazida pelo A39: “Usando a tecnologia para espalhar formas de usar a radioatividade com segurança e conscientizar a todos os riscos desses materiais que parecem ser inofensivos e encantam os olhos de qualquer um.” – A39.

Tomando como base a resposta do A39, podemos notar que ele utilizaria uma ferramenta tecnológica capaz de informar e fazer um elo de comunicação entre as pessoas, buscando divulgar sobre o uso da radioatividade, destacando seus riscos e suas características, como o brilho observado no caso do césio. Vale salientar que as pessoas cada vez têm mais acesso a essas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e que as mesmas se utilizadas da forma correta podem propiciar “agilidade no processo de comunicação, transmissão e distribuição de informações, notícias e conhecimentos” (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015, p. 2).

Embora a internet seja um ótimo meio de divulgação e comunicação e a proposta apresentada pelo estudante ser uma excelente forma de alcançar um enorme número de pessoas, podemos observar que toda a população não estaria sendo informada sobre essas questões levantadas anteriormente e que essa abordagem possui algumas limitações. Já que no Brasil, por exemplo, ainda há uma imensa parcela da população que se encontra “desconectada”, além de termos enormes diferenças no acesso daquelas pessoas consideradas “conectadas” (RIBEIRO; COSTA; RIBEIRO, 2013).

O A5 também traz uma resposta classificada como satisfatória, por meio de uma abordagem considerada mais restrita, em relação ao número de pessoas, pois essa proposta não alcançaria o mesmo número que é possibilitado pelo uso da internet, destacado pelo A39, por exemplo. Além de abordar que esse assunto deveria ser trabalho com mais frequência, como é relatado: “Deveríamos propor oficinas lúdicas que trabalhasse o tema, bem como palestras frequentes.” – A5.

Nesse caso trazido pelo A5, teríamos que ter discussões mais frequente e em diversos âmbitos sociais, como escola, centros de assistência social, postos de saúde etc. Para que a maioria da população fosse orientada e pudesse passar essa informação para outras pessoas.

Em contrapartida, três estudantes trouxeram respostas consideradas parciais, por não descreverem sua ideia, destacando o que seria feito e como deveria ser feito, para informar e conscientizar a população sobre esse fenômeno, com base nos critérios podemos evidenciar as respostas apresentadas pelos discentes A24 e A20: “Alertar para tomarem cuidado com esse elemento radioativo.” – A24 e “Que tragédias como a do Césio-137 sejam mais conhecidas pela população, para que isso não volte a acontecer.” – A20.

Ambos os alunos trazem uma resposta incompleta diante do que foi solicitado, o A24 não explica como esse alerta será feito, qual meio será utilizado ou quais informações seriam repassadas para população, destacando apenas que eles devem tomar cuidados quanto à radioatividade. Enquanto o A20, apesar de não trazer a forma que a informação será divulgada ou o meio de comunicação utilizado, ele destaca as informações que a população deverá ter conhecimento, que se refere as tragédias, como o caso do césio, por exemplo. Apesar de faltar alguns elementos nas respostas desses alunos, eles compreenderam a importância da discussão sobre a temática, para evitar problemas como o que foi apresentado durante a sequência didática. Por esse motivo nenhum aluno trouxe elementos na resposta considerados insatisfatório.

Diante das discussões e do que foi solicitado nessa questão é perceptível que os estudantes puderam desenvolver a habilidade EM13CNT30, apresentada abaixo:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018, p. 559).

Essa habilidade pode ser identificada quando os estudantes através dos seus conhecimentos propuseram formas de reduzir os impactos da radioatividade, analisando os casos apresentados durante os momentos da sequência didática.

Através desse questionamento é possível analisar se os estudantes através das discussões de toda aplicação da sequência didática sobre a radioatividade, compreenderam sobre a relevância desse estudo para a sociedade.

Com base no quadro 10 de critérios e justificativas para a questão 3, podemos concluir que 5 estudantes responderam de forma satisfatória, utilizando argumentos convincentes que foram construídos ao decorrer de toda sequência didática, utilizando elementos como os benefícios e malefícios da radioatividade, por exemplo. Esses elementos podem ser identificados nas respostas dos discentes A24 e A39: “Se as pessoas tivessem conhecimento dos males que a radioatividade pode trazer, muitos malefícios (danos) seriam evitados. Conhecimento é a base.” – A24 e “É mais que necessário saber sobre a radioatividade, que traz benefícios essenciais que ajudaria em muitos problemas e também para aqueles que já trabalham ou não sabe nada sobre, para ter o alerta necessário para que não ocorram tragédias utilizando esse material.” – A39.

As respostas ressaltam a importância de se discutir sobre a temática, além de destacarem os motivos pelo quais tornam essa discussão essencial para todas as pessoas. O A24 destaca principalmente a questão de como as informações sobre radioatividade podem evitar desastres, justificando que o conhecimento seria a base necessária para reduzir ou evitar esses danos, isso pode ser observado no texto de Vieira (2013) referente à tragédia do Césio-137 que traz fatos que evidenciam essa constante falta de informação por parte da população e dos profissionais envolvidos. Enquanto o A39 além de destacar os problemas e como eles poderiam ser evitados através da discussão e do conhecimento, também aborda sobre a aplicação da radioatividade e como ela poderia trazer benefícios se as pessoas de fato compreendessem sobre.

Por outro lado, 2 estudantes trouxeram argumentos que são caracterizados como uma resposta parcial, tendo em vista o quadro 10 que aborda os critérios para análise dessa pergunta. Diante disso e das respostas dos discentes A26 e A28, é notável que os estudantes conhecem a

importância de se estudar e discutir sobre radioatividade, para que a aplicação dessa área ocorra de forma eficaz e sem riscos para a sociedade.

Entretanto os alunos não trouxeram exemplos de como essa discussão pode auxiliar no cotidiano e na vida da população. Limitando assim sua resposta pelo fato de não apresentar os meios que a radioatividade pode ser utilizada de forma benéfica ou dos problemas decorrentes da falta de informação, como é ressaltado nas respostas do A26 e A28: “Entendo que ele tem que ser mais estudado para ser usado de forma eficaz para a sociedade.” – A26 e “É importante para conscientizar as pessoas sobre o perigo da radioatividade.” – A28.

Por fim, temos que apenas 1 estudante respondeu de forma insatisfatória, pois além de não deixar claro a relevância do estudo da radioatividade para a população em geral, ainda fez uma associação equivocada, relatando que a radioatividade possui as mesmas características do raio X que também é radioativo, “Sim, pois ele emite o mesmo raio que o raio-X que contém radiação, e pode prejudicar a visão ou fazer mal para o organismo.” – A21.

Sendo assim, conclui-se que esse estudante continua com a mesma visão errônea e equivocada que associa o equipamento de raio X a radioatividade, mesmo após as discussões levantada no quarto momento da sequência didática, em que os estudantes puderam perceber e afirmar com clareza que o equipamento de raio X não traz nenhum dano para sociedade e pode ser descartado como qualquer outro equipamento tecnológico, como TV, por exemplo. Como é discutido por Walmoli Gerber Jr. (2018) que aborda a questão do funcionamento da máquina de raio X, que nada mais é do que uma Lâmpada.

Por último temos a análise da pergunta quatro do questionário final, que permite identificar quais momentos ou recursos da aula que auxiliaram ou prejudicaram essa construção do conhecimento. Diante disso, temos que 5 alunos responderam de forma satisfatória destacando esses elementos e a forma que influenciaram na discussão e/ou aprendizagem, como é o caso da resposta do A21:

Sim, mas de uma forma positiva a utilização de vídeos e filmes ajuda muito a compreender o assunto estudado pois através dos filmes vemos um pouco o que aconteceu segundo o que estamos estudando em teoria. Podemos dizer que o assunto é a teoria e o vídeo/ filme é a prática para entender tudo. – A21

O discente A21 evidenciou o recurso de vídeo como um elemento que auxiliou no processo e na compreensão do assunto, ressaltando que esse recurso permite que o estudante visualize o que está sendo discutido. Nesta perspectiva, Carreira e Arroio (2012) discutem sobre a possibilidade que o vídeo tem de viabilizar um contato entre o estudante e o objeto de estudo, promovendo que ele perceba no meio visual as informações “presas” no seu imaginário. No

mesmo sentido, o A28 também trouxe o recurso de vídeo como um fator importante para as discussões e aprendizagem, destacando o vídeo que aborda o caso do Césio-137, entretanto o discente não abordou as possibilidades e a forma como esse recurso contribuiu, como foi trazido pelo A21, podemos verificar essa resposta a seguir: “Sim, ajudou. Principalmente sobre o documentário (O brilho da morte: 30 anos do césio-137).” – A28.

Apesar da maioria dos estudantes que responderam de forma satisfatória destacar apenas elementos que auxiliaram esse processo, o A5 abordou um fator que prejudicou as discussões e/ou aprendizagem, que foi a internet como é relatado pelo discente: “Sim, os elementos no qual foram usados, auxiliaram bastante na aula embora a internet interferisse algumas vezes.” – A5.

Por meio disso é perceptível que os recursos e discussões apresentadas auxiliaram no processo de ensino-aprendizagem, como foi citado pelos estudantes. Entretanto por se tratar de uma abordagem por ensino remoto, um fator determinante é a internet, que ao oscilar pode interferir e prejudicar esse processo.

Em contrapartida temos que 2 discentes deixaram a questão em branco e apenas 1 respondeu de forma parcial, de acordo com os critérios trazido no quadro 11, como é exemplificado na resposta do discente A26: “Não, fazendo esta aula tirei muitas coisas de proveito.” – A26. Embora o A26 tenha relatado sobre a relevância da aula, que proporcionou ao estudante informações proveitosas, o mesmo não destaca quais momentos ou recursos da aula que auxiliaram ou prejudicaram essa construção, por esse motivo essa resposta se enquadra como parcial.

6 CONCLUSÃO

Por meio da realização desta pesquisa que teve por objetivo geral, analisar de que forma o uso de vídeos pode contribuir para a compreensão do fenômeno radioatividade no processo de ensino-aprendizagem. Para alcançar tal objetivo geral nos apoiamos nos objetivos específicos, o primeiro foi verificar a contribuição do recurso de vídeo para o desenvolvimento de habilidades na aprendizagem de radioatividade, como interpretar, analisar criticamente e avaliar situações e dados presentes no recurso.

Diante disso e dos resultados apresentados, podemos constatar que os vídeos utilizados foram fundamentais para que os estudantes pudessem desenvolver algumas habilidades como a criticidade, a autonomia, a tomada de decisão e a reflexão mediante as informações trazidas no recurso e suas relações com a sociedade. Além desse desenvolvimento, é perceptível que o recurso de vídeo contribuiu na construção do conhecimento dos estudantes sobre a temática e auxiliaram no processo de ensino aprendizagem, pois ao realizar alguns questionamentos, os discentes muitas vezes traziam informações presentes nos vídeos que fomentavam a discussão e embasavam seu ponto de vista.

Outro objetivo específico foi analisar o posicionamento crítico e reflexivo dos estudantes mediante a problemática da exposição à radiação e seus efeitos. Esse objetivo foi evidenciado, através das percepções e opiniões dos estudantes, reforçadas ou construídas com auxílio dos recursos utilizados, como o vídeo dos Simpsons e o do Caso do Césio-137. Através dos dados é verificável que a sequência didática e os instrumentos utilizados contribuíram para a construção de opiniões e percepções dos estudantes sobre a radioatividade.

Por meio dos resultados obtidos, podemos ressaltar que a temática radioatividade: seu maléfica, efeitos, danos, aplicações deve ser discutida em diversos âmbitos da sociedade, com o objetivo de informar, orientar e assim evitar ou reduzir danos semelhantes aos que foram apresentados por meio de vídeos e textos durante o desenvolvimento da sequência didática. Mediante as discussões sobre radioatividade, é notável que os estudantes desenvolveram sua criticidade e autonomia para analisar as informações que constantemente apresentam relações com seu cotidiano, destacando assim benefícios ou malefícios que estão diretamente relacionados a áreas essenciais.

Por último buscou-se, identificar as correlações realizadas pelos estudantes, entre os recursos utilizados, o tema abordado e suas implicações na sociedade. Esse objetivo foi destacado durante a aplicação de toda sequência didática, pois os estudantes constantemente foram orientados a discutir sobre as informações presentes no vídeo sobre a temática

radioatividade e suas relações com o cotidiano, destacando acontecimentos que eles já conheciam ou que foram evidenciados através dos recursos. Por intermédio dessas relações, os estudantes puderam concluir que a discussão sobre essa temática deve ser constante e deve alcançar todos os âmbitos da sociedade, seja através da internet, palestras, cartazes etc.

Vale ressaltar também sobre o formato remoto e os problemas encontrados, pois apesar da sociedade vivenciar um incessante desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, principalmente com a difusão e desenvolvimento de celulares e a facilidade de acesso à internet, essa distribuição é muito desigual, motivada sobretudo pelos problemas socioeconômicos enfrentados por diversos países, incluindo o Brasil. Por meio disso, e das situações vivenciadas na aplicação desse trabalho, é aparente as limitações e dificuldades ao utilizar o ensino remoto, como a comunicação, a dificuldade no acesso, os problemas de rede etc.

Podemos ressaltar a questão da comunicação, através dessa abordagem online já temos algumas limitações, entre elas a comunicação por vezes “frágil”, pelo fato do principal meio utilizar apenas o canal audiovisual, que pode sofrer algumas interferências devido oscilações na internet, além disso muitas vezes o audiovisual não é explorado pelos alunos, pois como foi observado nessa aplicação, muitos estudantes deixam a câmera e o áudio desligado. Sendo necessário, que o professor frequentemente direcione alguns questionamentos para que os estudantes participem ativamente.

Apesar das dificuldades e limitações encontradas, podemos concluir que a sequência didática é válida, pois independente das adaptações feitas para que mesma fosse aplicada através da forma remota, devido a atual situação, é possível verificar mediante as discussões que os objetivos foram alcançados e os estudantes puderam desenvolver diversas habilidades. Além de identificarem e conhecerem a importância de se discutir sobre a radioatividade e suas relações com o cotidiano, com base nos seus benefícios e malefícios.

6.1 Limitações Encontradas Considerando o Cenário Atual

Diante da atual situação que estamos enfrentando, onde uma pandemia do vírus SARS-CoV-2 disseminou a doença COVID-19 pelo mundo, alterando drasticamente nosso cotidiano e limitando algumas atividades, devido à necessidade de um distanciamento, no âmbito educacional não foi diferente, tivemos que nos reinventar e adaptar para que o processo de ensino aprendizagem não parasse.

Apesar das novas formas de ensino trazer muitas inovações que são favorecidas por essa era de desenvolvimento e de uma maior acessibilidade as tecnologias da informação e

comunicação, esse formato online possui muitas limitações que acentuam os problemas socioeconômicos e educacionais do mundo, incluindo o Brasil (CUNHA, SILVA, SILVA, 2020), algumas dessas limitações podemos observar na própria aplicação da sequência didática apresentada nesse trabalho.

Uma das questões que podemos evidenciar é relacionada às desigualdades de acesso, pois embora muitas pessoas tenham algum meio tecnológico com acesso à internet, essa distribuição é bastante desigual. No Brasil, por exemplo, além dessas diferenças no acesso, ainda temos um número bastante significativo de pessoas sem acesso à internet (RIBEIRO; COSTA; RIBEIRO, 2013).

Podemos caracterizar essa questão através do fato de que no início da aplicação da sequência didática tínhamos um número igual a 11 estudantes, porém ao decorrer dos momentos esse número foi reduzido para 8. Diante disso, os três alunos que não continuaram participando, relataram problemas na internet que dificultou o acesso.

Seguindo a mesma perspectiva, outra dificuldade detectada através da aplicação da sequência didática é a comunicação, ao utilizar uma abordagem online. Abordagem essa que foi utilizada pela maioria das secretarias de educação do Brasil que já possuíam um planejamento para dar continuidade às atividades escolares e garantir a aprendizagem dos estudantes de forma não presencial (CUNHA, SILVA, SILVA, 2020).

Essa dificuldade se evidencia, pelo fato da maioria dos estudantes tenderem a ficar com a câmera e o microfone desligados e muitas vezes mesmo sendo questionados, eles não se posicionam. É necessário que o professor os instigue diretamente e se articule para obter alguma resposta e participação. Ao realizar e analisar a aplicação da sequência didática, por exemplo, podemos perceber que alguns alunos respondiam de forma voluntária e participavam ativamente, como é o caso do A20 e outros já precisavam ser questionados diretamente e muitas vezes ainda respondiam pelo chat.

Com isso podemos concluir que o formato remoto dificulta essa comunicação entre professor-aluno e aluno-aluno, nesse caso pelo fato do aplicador não conhecer os alunos, demorou um pouco mais, até que ele percebesse quem é mais participativo ou não. Entretanto através desse formato não dá para concluir se de fato quem não participou tão ativamente é um aluno tímido ou que não gosta de participar.

Como é ressaltado por Cunha, Silva e Silva (2020) uma parcela dos estudantes enfrentam ou enfrentarão dificuldades para acessarem e permanecerem vinculados à escola. Entre essas dificuldades identificadas na aplicação, podemos relatar o fato de alguns dos estudantes apesar de terem acesso as tecnologias de comunicação e informação, eles não

conseguem acessar o Google Classroom, sendo necessário fornecer os questionários pelo grupo do WhatsApp, para que posteriormente eles pudessem enviar digitado ou fotos das respostas. Tendo em vista essas limitações, podemos notar que muitos estudantes possuem acesso aos recursos e inovações, mas apresentam dificuldades na realização das atividades, devido a suas limitações de manuseio dessas plataformas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M. Divulgação Científica no Ensino Escolar: Possibilidades e Limites. In: GIORDAN, M.; CUNHA, M. B. Divulgação Científica na Sala de Aula. Faculdade de Educação – USP, Ijuí – RS: Editora Unijuí, 2015.

ALONSO, K. M. Tecnologias da Informação e Comunicação e Formação de Professores: sobre rede e escolas. Educação e Sociedade, Campinas, vol. 29, n. 104 - Especial, p. 747-768, out. 2008. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 13.06.2019.

ANDERSON, J. ICT Transforming Education: a Regional Guide. Bangkok: UNESCO. 2010. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001892/189216e.pdf>. Acesso em: 05.08.2020.

ANTUNES, K. F. S. Os Benefícios do Uso Pedagógico dos Recursos Audiovisuais em Sala de Aula: Segundo os estudantes do Centro do Ensino Médio 804 do Recanto das Emas. Monografia (Especialização) – Universidade de Brasília, Centro de Formação Continuada de Professores - 2015. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16909/1/2015_KateFranciscaAntunes_tcc.pdf. Acesso em: 26.09.2019.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: Aspectos da organização do ensino. Química Nova na Escola. n. 24, 2006. Disponível em: http://www.lapeq.fe.usp.br/meqvt/disciplina/biblioteca/artigos/arroio_giordan.pdf. Acesso em: 18.03.2019.

BAUER, M. W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: Bauer M. W., Gaskell G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. 3ª edição, Petrópolis (RJ), Editora Vozes, 2002.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF: Presidência da República, [2018]. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Desktop/resid%C3%A2ncia/PCN+CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 24.06.2019.

BRASIL. Norma Regulamentadora – NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Disponível em < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf> >. Acesso em 20.06.2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 01.04.2021.

BRITES, A. S. O inferno nuclear de pandora. Revista Intertelas. 12 out. 2010. Disponível em: <https://revistaintertelas.com/2020/10/12/o-inferno-nuclear-de-pandora/>. Acesso em: 05.02.2021.

- CARDOSO, E. M. et al. Aplicações da energia nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. Apostilas educativas. Rio de Janeiro: CNEN, [2012]. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/material-divulgacao-videos-imagens-publicacoes/publicacoes-1/aplicacoesdaenergianuclear.pdf>. Acesso em: 15.03.2021.
- CAREGNATO, Rita Catalina Aquino; MUTTI, Regina. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. Texto contexto - enferm., Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 679-684, Dec. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-07072006000400017&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 15.03.2021.
- CARRERA, V. M.; ARROIO, A. Filmes Comerciais no Ensino de Ciências: tendências no ENPEC entre 1997 e 2009. In: Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Campinas, SP: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0725-1.pdf>. Acesso em: 20.06.2019.
- CASTRO, C. S. Biociência, Computação e Educação: O Cinema de Ficção Científica como Instrumento Pedagógico de Produção de Conexões e Questionamentos. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociência e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz – IOC/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2006.
- CRUZ, F. F. S. Radioatividade e o acidente de Goiânia. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, vol. 4, p. 164-169, 1987.
- FERREIRA, R. D. S.; SANTOS, J. H. V. O uso do vídeo em sala de aula. Scientia Plena, Sergipe, vol. 10, n. 04, 2014. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1942/978>. Acesso em: 15.02.2021.
- FERRÉS, J. Vídeo e Educação. 2ª Ed., Porto Alegre. Artes Médicas, 1996a.
- FURINI, L. G.; TIETZMANN, R. Internet como meio de acesso a obras cinematográficas: evidências da pirataria no filme “Deixa Ela Entrar”. Verso e Reverso. v. 28, n. 68, maio - ago. 2014. Disponível em: <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/versoereverso/article/view/ver.2014.28.68.08/4189>. Acesso em: 16.04.2019.
- GERBER, W. JR. O tubo de raios X é radioativo?. BrasilRad. 18 set. 2018. Disponível em: <https://brasilrad.com.br/videos/o-tubo-de-raios-x-e-radioativo-video-%E2%96%B6%EF%B8%8F/>. Acesso em: 08.07.2020.
- GERHARDT, A. E.; SILVEIRA, D. T. (organização), Métodos de pesquisa, 1ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 19.05.2019.
- HERNÁNDEZ, M. R.; RODRÍGUEZ, V. M.; PARRA, F. J.; VELÁZQUEZ, P. Lastecnologías de laInformación y laComunicación (TICS) em laEnseñanza-aprendizaje de la Química Orgânica a través de Imágenes, Juegos y video. FormaciónUniversitaria. Vol.7, n.1. La Serena, 2014. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062014000100005&script=sci_arttext. Acesso em: 13.09.2019.

KENSKI, V. M. Educação e Comunicação: interconexões e convergências. Educação e Sociedade, Campinas, vol. 29, n. 104 - Especial, p. 647-665, out. 2008 Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 18.06.2019.

LEITE, W. S. S.; RIBEIRO, C. A. N. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación, vol. 5, n° 10, p. 173-187, 2012.

LERER, R. Verdades e perigos da energia nuclear. GREENPEACE (Biblioteca Digital). 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/1223/110.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20.02.2021.

LOCATELLI, A.; ZOCH, N.; TRENTIN, M. A. S. TICs no Ensino de Química: Um Recorte do “Estado da Arte”. Revista Tecnologias na Educação, Ano 7, n.12, 2015. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art19-vol12-julho2015.pdf>. Acesso em: 26.09.2019

MARTINS, R. A. Como Becquerel Não Descobriu a Radioatividade. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, vol. 7, p. 27-45, jun. 1990.

O brilho da morte: 30 anos do céσιο 137. Produção TV Serra Dourada (SBT). Goiânia. 2017. Vídeo (21min 14s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gCcTxnvZb-k>. Acesso em: 27.09.2019.

PREFEITURA DE ARAPIRACA DIZ QUE CÁPSULA CONTENDO CÉSI0-137 FOI ENCONTRADA EM FERRO VELHO.G1, Alagoas, 22 set. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2019/01/22/prefeitura-de-arapiraca-diz-que-capsula-contendo-cesio-137-foi-encontrada-em-ferro-velho.ghtml>. Acesso em 23.12.2019.

RAMPAZZO, L. Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação, 4ª edição, São Paulo (SP), Edições Loyola, 2009.

RODELLA, A.A.; ALCARDE, J. C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 556-562, Dec. 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161994000300030&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22.03.2021.

SASSERON, H. L.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). V. 16, n. 1, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 13.09.2019.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. Revista Ensaio. Belo Horizonte. v.17, n. especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>. Acesso em: 17.09.2019.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns Aspectos do Ensino e Aprendizagem de Radioatividade em Periódicos Nacionais e Internacionais. Amazônia,

Revista de Educação em Ciências e Matemática, v.10, p.46-61, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2185/2480>. Acesso em: 23.06.2019.

SILVA, M. S. C. D.; LEITE, Q. S. S.; LEITE, B. S. O vídeo como ferramenta para o aprendizado de química: um estudo de caso no sertão pernambucano. Revista Tecnologias na Educação. vol.17, n. 17, dez. 2016.

SILVA, T. M. B. Destinação de embalagens de agrotóxicos utilizados pelos pequenos agricultores das cidades de Bananeiras e Solânea - PB. Uma perspectiva de Educação Ambiental. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e de Saúde – 2012. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/689/1/PDF%20-%20Thatiana%20Maria%20Borges%20Silva.pdf>. Acesso em: 26.09.2020.

SILVA, F. L., PESSANHA, P. R., BOUHID, R. Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso. In: VIII Encontro Nacional em Pesquisa em Educação e Ciência, Campinas, 2011. Atas ISBN: 978-85-99681-02-2, 2011.

SILVA, L.; VALLE BLANCO JÚNIOR, N.; LUIZA LUCAS MELO, M.; RODRIGUES DE ANDRADE, G.; ALVES FEITOSA, S. PRODUÇÃO AUDIOVISUAL: O QUE MUDOU COM O CENÁRIO DA PANDEMIA?. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 12, n. 2, 4 dez. 2020. Disponível em: https://ei.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/21696/etp1_resumo_expandido_21696.pdf. Acesso em: 12.02.2021.

SOUSA, R. F. de. A utilização de vídeo-aulas experimentais como recurso didático para facilitar o processo de ensino aprendizagem de química no ensino médio. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química). Universidade Federal do Ceará, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica. Fortaleza, 2017. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48631/1/2017_tcc_rfsousa.pdf. Acesso em: 18.09.2019.

TAVARES, O. A. P. 100 Anos com o Núcleo Atômico. Ciência Hoje. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ). 278, 2011.

TAVARES, D. Audiovisual e Ciência na Sala de Aula: “Por um Espírito Artístico e Emoção Científica”. In: GIORDAN, M.; CUNHA, M. B. Divulgação Científica na Sala de Aula. Faculdade de Educação – USP, Ijuí – RS: Editora Unijuí, 2015.

VASCONCELOS, F.C.G.C. Estratégia FlexQuest: possibilidades para a flexibilização do conhecimento. Curitiba: Ed. Appris, 2016.

VASCONCELOS, F.C.G.C. e LEÃO, M.B.C. A utilização de programas televisão como recurso didático em aulas de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, jul. 2010. Caderno de resumos. Brasília: 2010.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação, Recife, 2011.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C.; ARROIO, A. A Identificação de Conteúdos de Química em Filmes Comerciais: percepções e propostas de uso desenvolvidas por licenciandos. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ). Ouro Preto, MG. 2014.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C.; ARROIO, A. Produção de vídeos sobre cientistas na área de Química: possibilidades de desenvolvimento da alfabetização midiática. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ). Ouro Preto, MG. 2014.

VIEIRA, S. de A. Césio-137, um drama recontado. *Estud. av.*, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 217-236, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20.03.2021.

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 na Escola*, Campinas- SP, Vol. 30, N° 1, p. 83-91, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v30n1/18.pdf>. Acesso em: 23.06.2019.

ANEXO A- QUESTIONÁRIO INICIAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE (CAA)
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE (NFD)
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Prezados, informamos que esta sondagem será utilizada apenas com fins de pesquisa, não sendo identificados os autores das respostas.

Nome: _____
Série: _____ Idade: _____
E-mail: _____
Telefone: _____

- 1) Quantas horas por dia você costuma assistir filmes e/ou séries? Você assiste através de qual meio (Ex.: TV, internet, canal aberto ou fechado, outros)?
- 2) Em algum momento da sua vivência escolar, os professores utilizaram o recurso de vídeo durante a aula? Em caso afirmativo; descreva de forma sucinta qual recurso foi utilizado e como foi essa experiência.
- 3) Caso o professor tenha usado um vídeo, ou filme na aula de Química, descreva com suas palavras, como foi essa experiência.
- 4) Para você, o que seria um elemento químico radioativo? Se possível, cite exemplos:
- 5) Resgatando em sua memória, apresente fatos ou situações que para você se referem a radioatividade (pode ser um fato histórico, ou notícia de TV, jornal, quaisquer lembranças que apresentem informações sobre esta temática).
- 6) Mediante as informações que você apresentou, quais seriam as aplicações da Radioatividade em nosso dia a dia? Se possível, apresente exemplos.

ANEXO B- QUESTIONÁRIO APÓS O EPISÓDIO DOS SIMPSONS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE (CAA)
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE (NFD)
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Prezados, informamos que esta sondagem será utilizada apenas com fins de pesquisa, não sendo identificados os autores das respostas.

Nome: _____

Série: _____ Idade: _____

- 1) No episódio Homer utiliza o elemento químico plutônio, com o objetivo de cuidar do solo e acelerar o crescimento da plantação. Mediante seus conhecimentos sobre esse elemento, você acredita que ele pode ser utilizado com essa finalidade? O que você utilizaria no lugar de Homer? Justifique
- 2) No episódio a família Simpsons desenvolve um fruto híbrido (Tomaco) que sofreu um processo radioativo. Se esse alimento fosse comercializado no nosso cotidiano, você acredita que eles poderiam aumentar ou diminuir o índice de doenças nas pessoas? Justifique sua resposta.
- 3) No episódio o elemento químico plutônio exibe um brilho que chama a atenção de Homer, e principalmente da sua esposa Marge, que logo o questiona sobre a segurança quanto o contato direto com o elemento. Para você o contato com esse tipo de elemento pode trazer algum risco a saúde? Se sim, relate quais riscos?
- 4) Na história da humanidade temos alguns exemplos da exposição de pessoas a elementos radioativos, por vezes caracterizados como acidentes nucleares. Você conhece algum desses casos de exposição a esse tipo de elemento? Se sim, relate sobre o caso.

ANEXO C- IMAGENS UTILIZADAS NO SEGUNDO MOMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA, PARA INSTIGAR OS ESTUDANTES SOBRE A EXPOSIÇÃO A UM ELEMENTO RADIOATIVO.

Figura 3 –Homer manuseia elemento radioativo no episódio “Homer – O Fazendeiro” da série Os Simpsons.



(Fonte: Blog Colégio Pedro II. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/blog/humaitai/files/2020/03/Radioatividade-com-Os-Simpsons-2%C2%AA-serie.pdf>. Acesso em: 15.01.2021).

Figura 4 – Acidente com o Césio-137.



(Fonte: Blog Ensiquimica. Disponível em: <http://ensiquimica.blogspot.com/2013/09/acidente-com-o-cesio-137.html>. Acesso em: 15.01.2021).

Figura 5 – Brilho do Césio-137.



(Fonte: Revista Super Interessante. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-foi-o-acidente-com-o-cesio-137/>. Acesso em: 15.01.2021)

ANEXO D – QUESTIONÁRIO FINAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE (CAA)
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE (NFD)
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Prezados, informamos que esta sondagem será utilizada apenas com fins de pesquisa, não sendo identificados os autores das respostas.

Nome: _____
Série: _____ Idade: _____
E-mail: _____
Telefone: _____

- 1) Após essa intervenção você consegue identificar os benefícios e malefícios da utilização da radioatividade? Justifique sua resposta trazendo exemplos.
- 2) Através das discussões sobre a exposição à radiação, é possível identificar semelhanças entre a questão da família Simpsons e as pessoas envolvidas na tragédia do Césio-137. Por meio disso podemos verificar que uma das causas principais que contribuiu para a contaminação das pessoas pelo césio foi a falta de informação da população quanto ao material encontrado. Tomando como base essa afirmação, o que poderíamos propor para informar e conscientizar a população sobre essa questão?
- 3) Diante de toda discussão sobre radioatividade, como você compreende a relevância do estudo desse assunto para a sociedade?
- 4) Analisando os momentos da aula, você consegue identificar elementos ou recursos utilizados que auxiliaram ou prejudicaram a discussão e/ou aprendizagem?