



**COLÉGIO PEDRO II**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,**  
**EXTENSÃO E CULTURA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**

**PAMELA RODRIGUES PERROTTA**

**A ENERGIA NUCLEAR E SUA ABORDAGEM NO ENSINO**  
**MÉDIO INTEGRADO:**  
**CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE**  
**AS APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR**

Rio de Janeiro

2020

**PAMELA RODRIGUES PERROTTA**

**A ENERGIA NUCLEAR E SUA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO:  
CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS APLICAÇÕES DA  
ENERGIA NUCLEAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Sc.D. Robson Costa de Castro

Rio de Janeiro

2020

**COLÉGIO PEDRO II**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA**  
**BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER**  
**CATALOGAÇÃO NA FONTE**

P 120 Perrotta, Pamela Rodrigues.

Ficha catalográfica para trabalhos acadêmicos / Pamela Rodrigues Perrotta. - Rio de Janeiro, 2020.

120p.

Monografia (pós-graduação) – Colégio Pedro II,  
Curso de Mestrado Profissional em EPT (PROFEPT),  
Rio de Janeiro, 2020.

Orientador: Robson Costa de Castro

1. Ficha Catalográfica. 2. Método de Estudo. 3. Trabalhos Científicos. I. João de Paula. II. Título

CDD 700

Após o trabalho ser aprovado pela banca, o aluno deverá fazer todas as alterações sugeridas no texto e encaminhar o arquivo final em *word* para o e-mail da Biblioteca da PROPGPEC ([bibliotecaproppg@cp2.g12.br](mailto:bibliotecaproppg@cp2.g12.br)) para confecção da ficha catalográfica. O trabalho acadêmico deve ser desenvolvido com base nas normas da ABNT que podem ser consultadas na página da ABNT Coleção ([abntcolegao.com.br/default.aspx](http://abntcolegao.com.br/default.aspx)) no smartphone ou tablet utilizando o seguinte login: empresa CP2; usuário: AlunoCP2; Senha: AlunoCP2. Caso contrário o mesmo será devolvido e a ficha catalográfica não será confeccionada.

**A ficha catalográfica deve ser inserida nesta página e impressa NO VERSO DA FOLHA DE ROSTO devendo constar também no ARQUIVO EM PDF entregue em CD-ROM COM CAPA DE ACRÍLICO.**



**COLÉGIO PEDRO II**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**



---

**PAMELA RODRIGUES PERROTTA**

**A ENERGIA NUCLEAR E SUA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO:  
CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS APLICAÇÕES DA  
ENERGIA NUCLEAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado em 21 de dezembro de 2020.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Robson Costa de Castro  
Colégio Pedro II  
Orientador

---

Prof. Dr. Rogério da Costa Neves  
Colégio Pedro II

---

Profa. Dra. Mariana Faria Brito Francisquini  
Instituto Federal do Rio de Janeiro



**COLÉGIO PEDRO II**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**



---

**PAMELA RODRIGUES PERROTTA**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS APLICAÇÕES DA ENERGIA NUCLEAR:  
ESTRATÉGIA EDUCACIONAL PARA AUXILIAR O PROCESSO DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM VISANDO A FORMAÇÃO DE UM CIDADÃO CRÍTICO**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 21 de dezembro de 2020.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Robson Costa de Castro  
Colégio Pedro II  
Orientador

---

Prof. Dr. Rogério da Costa Neves  
Colégio Pedro II

---

Profa. Dra. Mariana Faria Brito Francisquini  
Instituto Federal do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho a todos os profissionais da educação que almejam a formação de cidadãos críticos e reflexivos em nossa sociedade, através de um processo de ensino-aprendizagem integral.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por sempre iluminar os meus caminhos, me conceder forças e me guiar com sabedoria na realização deste trabalho.

Agradeço a todos os profissionais envolvidos no ProfEPT, desde os administrativos aos docentes e coordenadores, pelo empenho e dedicação na realização de um programa de pós-graduação de qualidade.

Agradeço especialmente ao meu orientador Robson Costa de Castro, que foi essencial durante todo o processo e esteve sempre ao meu lado, com excelente orientação e auxílio na construção deste projeto. Soube conduzir a orientação com muita calma, sabedoria e paciência, tornando-se, inclusive, um grande amigo. Agradeço por depositar sua confiança em mim e acreditar na minha capacidade.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial, ao meu marido, aos meus pais, a minha avó e ao meu irmão, pelo apoio, afeto e compreensão de minha ausência e de minhas angústias durante toda a jornada de estudos. Vocês são a base e estrutura da minha vida.

Agradeço a todos os meus amigos de turma, pela parceria, união, apoio, e colaboração, não só dentro da sala de aula, como também fora dela. Além disso, agradeço a todos os amigos presentes na minha vida, que estão sempre dispostos a me ouvir, a me apoiar e a me incentivar em todos os momentos.

Agradeço à professora do IFRJ, Nina Beatriz Bastos Pelliccione, que tornou possível a aplicação do produto educacional em sua turma, oferecendo todo o seu apoio e se envolvendo de forma árdua em todas as etapas da Sequência Didática. Nada seria possível sem essa concessão e esse comprometimento. Agradeço por essa aproximação no meu destino, que proporcionou uma grande e bela amizade.

Agradeço a todos os profissionais do IRD, principalmente aos meus chefes nesse período, Danielle Monegalha Rodrigues e Aucyone Augusto da Silva, por todo apoio, motivação e compreensão. Agradeço em especial também ao professor e pesquisador José Ubiratan Delgado, que se disponibilizou para auxiliar no processo de construção de conhecimentos, compartilhando sua expertise com os alunos envolvidos na pesquisa. Meu enorme agradecimento também ao corpo funcional da DIRAD, que acolheu todos os alunos do IFRJ com muita atenção e cuidados essenciais na visita realizada, com destaque para o Chefe da Divisão à época, Paulo Roberto Ferreira, e o técnico Carlos Henrique Romeiro. Não poderia faltar o meu

agradecimento à Diretora do IRD, Maria Angélica Wasserman, que possibilitou a realização de uma das etapas da pesquisa no nosso espaço institucional.

Acreditemos na capacidade transformadora dos sujeitos, especialmente na aliança coletiva que caracteriza a prática social dos educadores.

(Marise Ramos, 2008)

## RESUMO

PERROTTA, Pamela Rodrigues. **A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado**: Construção de uma sequência didática sobre as aplicações da energia nuclear. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2020.

O presente estudo visou à disseminação do conhecimento acerca das aplicações da energia nuclear aos discentes do ensino médio integrado, com a aproximação do tema à realidade cotidiana dos alunos. Para tanto, foi elaborada uma sequência didática com o envolvimento de aulas expositivas, transmissão de vídeos e debates acerca do tema, além de uma visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), com foco nos laboratórios da Divisão de Radioproteção Ambiental e Ocupacional (DIRAD). A elaboração desse produto educacional serviu como uma estratégia realizada em espaços formal e não formal de educação, esse em consonância com o conhecimento construído em sala de aula. A metodologia utilizada foi de cunho quantitativo/qualitativo onde foram aplicados questionários semiabertos, antes, durante e após aplicação do produto, aos discentes do 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) – Campus Rio de Janeiro, do 6º período da turma de toxicologia ambiental. Além disso, uma atividade de avaliação foi realizada em grupo, no decorrer da sequência didática, com debates e produção de texto confeccionado tomando por base a contextualização Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Dessa forma, verificou-se que essa sequência pode ser utilizada como apoio à construção de conhecimentos acerca da energia nuclear e como uma ferramenta estratégica de ensino-aprendizagem, de abordagem motivadora e próxima da realidade cotidiana do aluno. Foi possível observar que o aluno pôde ser capaz de aprender e interagir com fenômenos que tivessem relação com os conteúdos abordados em sala de aula e, dessa maneira, desenvolver um senso crítico que possibilite a sua tomada de decisão como cidadão transformador na sociedade.

**Palavras-Chave:** Energia Nuclear; Ensino Médio Integrado; Disseminação do Conhecimento; Sequência Didática.

## ABSTRACT

PERROTTA, Pamela Rodrigues. **A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado**: Construção de uma sequência didática sobre as aplicações da energia nuclear. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2020.

The present study aimed to disseminate knowledge about the applications of nuclear energy to students of integrated high school with the approximation of the theme to their daily reality. To this end, it was elaborated a didactic sequence with the involvement of exhibition classes, video transmission and debates on the subject, as well as a technical visit to the Institute of Radioprotection and Dosimetry - IRD, focusing on the laboratories of the Division of Environmental and Occupational Radioprotection (DIRAD). The elaboration of this educational product served as a strategy carried out in formal and non-formal spaces of education, which is in line with the knowledge built in the classroom. The nature of the methodology used is the quantitative/qualitative. In this methodology it was applied the semi-open questionnaires before, during and after application of the product. The target public were the students enrolled in the 3rd year of high school integrated to the Technical Course of Environment of the Institute of Federal Science and Technological Education - Campus Rio de Janeiro of the 6th period of the Environmental Toxicology class. In addition, grouping students were evaluated during the didactic sequence, through debates and production of prepared text based on the contextualization Science-Technology-Society-Environment (CTSA). Thus, it was found that this sequence could be used as support to the construction of knowledge about nuclear energy and as a strategic teaching-learning tool, motivating approach and close to the student's daily reality. It was possible to observe that the students could be able to learn and interact with phenomena that were related to the contents addressed in the classroom and, thus, develop a critical sense that allows his decision-making as a transforming citizen in society.

**Keywords:** Nuclear energy; Integrated High School; Dissemination of Knowledge; Didactic Sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de Sequência Didática. ....	37
Figura 2: Etapas do Procedimento Metodológico.....	42
Figura 3: Desenvolvimento de uma análise .....	47
Figura 4: Momentos da Sequência Didática.....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Vídeos sobre as aplicações de energia nuclear .....	50
Tabela 2: Questões do jogo.....	51
Tabela 3: Questões centrais.....	52
Tabela 4: Classificação das questões aplicadas. ....	54
Tabela 5: Categorização da Questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?” (Q. Prévio). ....	61
Tabela 6: Categorização da Questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?” (Q. Final).....	62
Tabela 7: Categorização da Questão “O que você entende por radioatividade?” (Q. Prévio).....	65
Tabela 8: Categorização da Questão “O que você entende por radioatividade?” (Q. Final) .....	67
Tabela 9: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade” (Q. Prévio).....	68
Tabela 10: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade” (Q. Final).....	70
Tabela 11: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas” (Q. Prévio).....	71
Tabela 12: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas” (Q. Final).....	73
Tabela 13: Categorização da Questão “Comente se você gostou da SD apresentada, elencando os pontos mais significativos da SD que contribuíram para o entendimento do tema”. ....	74
Tabela 14: Respostas ao questionário de avaliação da visita .....	77
Tabela 15: Categorização da Redação 1 – Área Medicina.....	81
Tabela 16: Categorização da Redação 2 – Área Agricultura. ....	83
Tabela 17: Categorização da Redação 3 – Área Irradiação de Alimentos.....	84
Tabela 18: Categorização da Redação 4 – Área Geração de Energia .....	86

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade

CTSA – Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

DIRAD – Divisão de Radioproteção Ambiental e Ocupacional

EPI – Equipamento de proteção individual

IEN – Instituto de Energia Nuclear

IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PROFEPT – Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica

RV – Realidade Virtual

SD – Sequência Didática

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 Contexto do estudo.....	18
1.2 Objetivo Geral.....	19
1.3 Objetivos Específicos .....	19
1.4 Problema de pesquisa .....	20
1.5 Hipóteses .....	20
1.6 Justificativa.....	20
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.1 Ensino Médio Integrado.....	23
2.2 Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) .....	27
2.3 Energia Nuclear no Ensino Médio .....	29
2.4 Sequência Didática e Utilização de Espaços Não Formais .....	36
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>40</b>
3.1 Tipo de Pesquisa .....	40
3.2 Contexto da pesquisa .....	41
3.3 Procedimentos Metodológicos .....	42
<b>4 PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	<b>48</b>
4.1 Desenvolvimento da sequência didática.....	48
<b>5 ANÁLISE DOS DADOS (RESULTADOS E DISCUSSÕES)</b> .....	<b>54</b>
5.1 Questionários de conhecimento prévio e final.....	54
5.1.1 Questões Informativas.....	55
5.1.2 Questões de Conhecimento Técnico.....	57
5.2 Questionário da Visita Técnica.....	76
5.3 Produção Final.....	80
5.4 Observação Não Estruturada Participante .....	88
<b>6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>94</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE – ALUNO MAIOR DE 18 ANOS</b> .....	<b>101</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE – RESPONSÁVEL LEGAL</b> .....	<b>104</b>
<b>APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ALUNO</b>	

<b>MENOR DE 18 ANOS.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE D - DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO IRD .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE E - DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO IFRJ.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE F - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DO GRAU DE CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO ÀS QUESTÕES SOBRE ENERGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES. ....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE G - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO PARA VISITA AO IRD.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE H: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: AVALIAÇÃO – PRODUÇÃO FINAL.....</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Quando se pensa em radioatividade, logo se associa a algo perigoso e prejudicial à saúde. Esse fato se deve à ocorrência de acidentes nucleares de grande divulgação, como o de Fukushima, no Japão; de Chernobyl, na região da Ucrânia; e o do Césio-137, em Goiânia, no Brasil, bem como ao lançamento de bombas atômicas contra Hiroshima e Nagasaki, durante a Segunda Guerra Mundial. Diante de um cenário catastrófico, desmitificar o uso da energia nuclear não se torna uma tarefa fácil. A divulgação midiática dos malefícios advindos da energia nuclear parece superar a disseminação do conhecimento acerca do uso pacífico das aplicações dessa energia.

Para entender a energia nuclear e a radioatividade e superar essa percepção negativa, uma possível solução é a disseminação desse conhecimento a jovens, no ensino médio, em desenvolvimento de sua formação integral, através das escolas. E para isso, sabe-se que o ensino médio é um momento importante para o desenvolvimento das percepções e, conseqüente, posicionamento crítico acerca de temas relevantes, influenciando, particularmente, nas tomadas de decisões na sociedade e nas escolhas profissionais futuras.

Nos últimos anos, pode-se observar que o currículo proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), no âmbito da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, engloba o ensino de tópicos de conteúdos sobre a energia nuclear, de forma contextualizada e integrada à vida dos jovens, culminando em uma formação voltada para o exercício da cidadania. Dessa forma, verifica-se claramente essa preocupação na preparação do currículo de Física em um trecho do referido documento:

[...] Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. (BRASIL, 2000, p. 23)

Cumpram-se destacar que nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN + (BRASIL, 2002) o conteúdo de energia nuclear é apresentado através de diferentes temas estruturadores a serem

estudados, interdisciplinarmente, nas disciplinas de Física, Química e Biologia. Essa integração deve estar relacionada com a construção de uma visão crítica e autônoma do aluno acerca de seu cotidiano, capacitando o sujeito para tomar decisões em sua sociedade.

Entretanto, embora as legislações educacionais brasileiras orientem a discussão dessa temática nos conteúdos curriculares, percebe-se, de acordo com Lucena et al. (2017), que ainda há dificuldades no processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo. O desconhecimento dos próprios professores, a falta de carga horária disponibilizada pelas disciplinas e outros fatores são desafios a serem enfrentados nesse processo. De toda forma, é relevante que haja a busca pela construção desse conhecimento junto a esses discentes e que seja alcançada tomando por base uma formação completa e humana, de um cidadão ativo na sociedade.

Nesse sentido, uma formação integral, baseada nos pilares de uma escola unitária e de uma educação politécnica, como propõe Ramos (2008), possibilita uma educação de qualidade, que propicia aos sujeitos a realização de escolhas e a construção de caminhos para a produção em suas vidas. Dessa forma, cabe destacar a ideia de educação politécnica apontada por Ramos (2008, p.3) como “uma educação que possibilita a compreensão dos princípios científico-tecnológicos e históricos da produção moderna, de modo a orientar os estudantes à realização de múltiplas escolhas”. A partir dessa definição, pode-se inferir que uma educação básica e profissional, que possibilite o acesso à cultura, à ciência e ao trabalho, auxiliará na formação não apenas de um profissional, mas de um cidadão ativo, capaz de tomar decisões que influenciem na qualidade de vida da sociedade.

No tocante à análise do conceito de integração abordado por Ramos (2008), tem-se a integração como formação humana, omnilateral; como forma de relacionar a educação básica com a educação profissional; e de integrar os conhecimentos gerais e específicos como totalidade na proposta curricular. Sendo assim, a fim de popularizar e disseminar os conhecimentos da energia nuclear, de forma que os conteúdos possam ser trabalhados e construídos nessa perspectiva, a estrutura do presente estudo é composta por 6 capítulos.

O capítulo 1 (um) será destinado à introdução, com a apresentação do contexto do estudo, objetivos geral e específicos, o problema da pesquisa, hipótese e justificativa.

O capítulo 2 (dois) contemplará o referencial teórico, com as bases filosóficas e enfoques teóricos sobre:

- O ensino médio integrado, tendo como base autores como Marise Nogueira Ramos e Maria Ciavatta;
- Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) utilizada no processo de ensino-aprendizagem, principalmente em disciplinas de ciências da natureza;
- A análise de artigos e estudos sobre a abordagem do eixo temático energia nuclear no ensino médio, bem como a análise do objeto de estudo em documentos educacionais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN);
- A construção de uma sequência didática e a utilização de espaços não formais de educação como ferramentas do processo ensino-aprendizagem.

O capítulo 3 (três) abordará a metodologia utilizada, com a descrição das etapas realizadas e as estruturas dos instrumentos de coleta de dados. Além disso, apresentará os critérios de inclusão e exclusão, riscos e benefícios promovidos por essa pesquisa, e a metodologia a qual foi utilizada para a análise dos dados e resultados.

O capítulo 4 (quatro) corresponderá ao produto educacional confeccionado, ou seja, a sequência didática construída para a disseminação do conhecimento.

No capítulo 5 serão apresentados os resultados e discussões, com a apresentação e análise dos dados coletados por meio de observação não estruturada, questionários e atividades desenvolvidas, antes, durante e após a aplicação do produto, destinados aos discentes participantes da pesquisa.

E o capítulo 6 apresentará as considerações finais, em que serão abordadas as análises críticas da metodologia utilizada e do produto educacional, bem como recomendações para trabalhos futuros.

## **1.1 Contexto do estudo**

O estudo foi realizado no 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Meio Ambiente, do IFRJ, Campus Rio de Janeiro, especificamente na turma do 6º

período, da disciplina de toxicologia ambiental. Além disso, englobou o IRD, uma vez que também foi utilizado como campo de aplicação do produto.

Os dois campos de aplicação foram estrategicamente escolhidos, tendo em vista o teor da pesquisa e a acessibilidade da pesquisadora aos dois órgãos.

O IFRJ é um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, uma instituição pública, de Educação Básica e Superior, criada pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que, até o momento, possui 15 *campi* em funcionamento. Suas atividades são voltadas para o ensino, pesquisa e extensão, com o foco na formação profissional e tecnológica. Nesse sentido, pode-se observar que as atividades do órgão estão em consonância com o público que a pesquisa se propôs a analisar.

Ainda nessa perspectiva, o IRD, uma instituição de pesquisa, desenvolvimento e ensino na área de radioproteção, dosimetria e metrologia das radiações ionizantes, pode ser visto como um órgão de importante colaboração na pesquisa, tendo em vista o auxílio na demonstração do uso seguro das radiações ionizantes em meio aos benefícios advindos das tecnologias e aplicações da energia nuclear.

Importante ressaltar que o IRD é um dos Institutos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e tem como missão “atuar com excelência nas áreas de radioproteção, dosimetria e metrologia, gerando e disseminando conhecimento e tecnologia para o uso seguro das radiações ionizantes, visando a melhoria da qualidade de vida no país” (IRD, 2020).

## **1.2 Objetivo Geral**

Desenvolver uma sequência didática com enfoque nas aplicações da energia nuclear, contextualizando sua utilização com a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente e visando a formação de um cidadão crítico para a sociedade.

## **1.3 Objetivos Específicos**

A análise desta pesquisa pretende:

- Demonstrar os riscos e os benefícios da energia nuclear aos discentes, desmitificando o uso da radiação ionizante no país;
- Aproximar o tema à realidade cotidiana do aluno, através da elaboração de uma sequência didática que englobe a teoria e a prática, com a utilização de espaços formais e não formal de educação;
- Promover a introdução de uma discussão acerca dos aspectos Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente em torno do tema energia nuclear, com estímulo à reflexão dos alunos.

#### **1.4 Problema de pesquisa**

Qual o impacto da aplicação da sequência didática no processo de ensino-aprendizagem sobre as aplicações de energia nuclear no ensino médio integrado?

#### **1.5 Hipóteses**

- A aplicação de uma sequência didática, através de práticas educacionais diversas, que abordem os aspectos relacionados aos riscos e benefícios do uso da energia nuclear, contextualizados na dimensão Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, contribui para um melhor esclarecimento do aluno e promove a formação de um cidadão reflexivo e crítico.
- A abordagem de tópicos relacionados à energia nuclear, associada à realidade prática, ao mesmo tempo que motiva os discentes no processo de ensino-aprendizagem, proporciona uma maior reflexão sobre o cotidiano e amplia o horizonte de novas possibilidades na escolha profissional futura na área.

#### **1.6 Justificativa**

Hoje no Brasil, existem cerca de 2.600 instalações radiativas ativas e 12 relacionadas a reatores nucleares, de acordo com o Relatório de Gestão 2017 (CNEN, 2018), da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ainda de acordo com esse documento, particularmente, no que se refere às instalações radiativas, existe um processo de expansão no número dessas instalações no Brasil.

Assim, devido a esse crescente uso das radiações ionizantes em diversas áreas, tais como, medicina, indústria, segurança, engenharia, pesquisa e geração de energia, somado ao fato de essa temática estar associada à percepção negativa da sociedade, Lucena et al. (2017) apontam para a necessidade de disseminar o conhecimento à população sobre os principais aspectos relativos as suas aplicações, considerando riscos e benefícios associados.

Além disso, é importante ressaltar que o ensino médio é uma etapa de grande importância na formação dos sujeitos e que a abordagem de temas como a radiação e a energia nuclear está prevista nos Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (BRASIL, 2000) e nas Orientações Educacionais Complementares a esses (BRASIL, 2002) nas disciplinas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, como pode ser visto na citação abaixo, por exemplo, na disciplina de Física:

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática. (BRASIL, 2002, p.77)

Ainda com base nos PCN+, observa-se que também estão previstos, na disciplina de Química, em uma de suas unidades temáticas, chamada “Constituição nuclear e propriedades físico-químicas”, conteúdos como radiações e energia nuclear. Essa mesma disciplina prevê que um aprendizado de Química

[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. (BRASIL, 2002, p.87)

No tocante à disciplina de Biologia, esses conteúdos podem ser trabalhados em algumas unidades temáticas previstas nos PCN+, como, por exemplo, a unidade “Desorganizando os fluxos da matéria e da energia: a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais”, onde podem ser estudados os impactos ambientais

causados pelas radiações ionizantes e pelas tecnologias nucleares criadas pelo homem.

Cabe destacar que, segundo essas orientações complementares dos PCN, esse eixo temático, apesar de poder ser tratado em qualquer série, é mais adequado que seja na terceira série do ensino médio por apresentar “elementos que permitem realizar sínteses mais consistentes” (BRASIL, 2002, p. 82). Pode-se observar também que o Currículo Mínimo, da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, (RIO DE JANEIRO, 2012), exige a abordagem do tema Energia Nuclear, na disciplina de Física, do ensino médio.

Portanto, o ensino das ciências deve ser realizado de forma integrada às múltiplas dimensões e o conteúdo deve estar contextualizado e relacionado com o cotidiano dos alunos, de forma que haja uma compreensão da totalidade dos fenômenos e as disciplinas sejam meios coparticipantes da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade. Nesse contexto, considera-se importante que os conhecimentos relativos a essa temática sejam disseminados aos jovens, nas escolas, a partir do ensino médio.

Diante do exposto, é de suma importância que o tema da energia nuclear seja abordado no ensino médio integrado e, principalmente, que seja verificada a forma mais adequada para essa abordagem e a maneira como as instituições responsáveis pelo setor podem apoiar as escolas nessa atividade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Ensino Médio Integrado

Tendo em vista que um dos conceitos-chave que subsidiou a pesquisa foi o conceito de ensino médio integrado, é necessário entender que o vocábulo **integração**<sup>1</sup>, nesse aspecto, não se refere ao fato de unir os conteúdos ou disciplinas de um determinado currículo escolar, de forma justaposta e desarticulada, mas sim a um sentido mais profundo, de uma formação completa e humana do sujeito (RAMOS, 2008). Dessa forma, busca-se uma formação que procure romper com uma estrutura de desigualdades econômica, social e cultural.

A fim de compreender os princípios e conceitos do ensino médio integrado, primeiramente, cabe realizar um breve histórico sobre o surgimento desse conceito na educação brasileira. De acordo com Bezerra (2013), desde a década de 1990, as ideias de politecnia, um dos pressupostos do ensino médio integrado, surgiram através do professor Demerval Saviani. Saviani preconiza a politecnia como o “domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas que caracterizam o processo de trabalho moderno” (SAVIANI, 1989, p. 17, apud BEZERRA, 2013, p. 28). Portanto, a ideia de formar um sujeito politécnico não diz respeito ao domínio de diversas técnicas, mas sim ao entendimento e domínio de toda a teoria e dimensões envolvidas no processo produtivo.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), publicada em dezembro de 1996, apesar de não ter levado em consideração o projeto do Deputado Octavio Elísio, aprovado inicialmente na Câmara, o qual deixava clara essa ideia de politecnia, ainda possuía alguns trechos que indiretamente levavam a esse entendimento. Entretanto, ao alocar em seções diferentes a Educação Profissional e a Educação Básica, não restava dúvida de que a dualidade entre a formação geral e formação técnica continuava existente como uma das características da educação. Ainda de acordo com Bezerra (2013), apenas com a promulgação do Decreto nº 5.154/2004 (BRASIL, 2004) é que houve a possibilidade de se resgatar a ideia clara de uma formação politécnica.

Com o advento da Lei nº 11.741/2008 (BRASIL, 2008), a estrutura da LDB passou a inserir a Educação Profissional dentro da seção da Educação Básica e,

---

<sup>1</sup> Grifo da autora para dar ênfase ao vocábulo.

assim, um grande passo foi impulsionado para a superação da dualidade existente entre a formação básica e a formação técnica. Contudo, até os dias de hoje, verifica-se que o rompimento dessa dualidade, com uma educação voltada para o ensino integrado, ainda não foi totalmente alcançado.

Em nenhum dos projetos de ensino médio e educação profissional ao longo da história, a educação esteve centrada nos sujeitos, e sim, apenas no caráter economicista, conforme aponta Ramos (2008). Dessa forma, verifica-se a necessidade de se construir um projeto que supere a dualidade entre a formação específica e a formação geral e que passe a se preocupar com os sujeitos, focando na formação humana, e não mais apenas no mercado de trabalho.

Ramos (2010) vislumbra o ensino médio integrado sob uma tríade de sentidos: o sentido da omnilateralidade que percebe a formação com base na integração de todas as dimensões da vida no processo formativo; o sentido da integração, que percebe a indissociabilidade entre a educação profissional e a educação básica e, por último, a integração que reconhece os conhecimentos gerais e específicos como uma totalidade.

No sentido da omnilateralidade, a integração é abordada de forma filosófica e compreende as dimensões do trabalho, da ciência e da cultura no processo de uma formação humana completa. O trabalho em seu sentido ontológico (como práxis humana) e histórico (como prática econômica); a ciência como a produção de conhecimentos em prol do avanço produtivo e a cultura como um conjunto de valores éticos e morais que formam a condução de um grupo social, de uma sociedade.

A partir das ideias de Marx, apontadas por Bezerra (2013), a formação omnilateral prevê uma formação humana, voltada para a possibilidade de o indivíduo compreender a realidade em que vive, compreender o todo, ser capaz de refletir e questionar o meio ao seu redor. Visa uma formação completa, integral, que possibilite uma visão de todo o processo produtivo, diferente de uma formação unilateral, alienada, que se baseia em uma educação fragmentada e técnica.

Já na segunda concepção de Ramos (2010), a integração como forma de relacionar a educação básica com a educação profissional pressupõe a integração do ensino médio com a educação profissional, proporcionando a garantia do direito aos conhecimentos de formação básica e ao mesmo tempo para o exercício de uma profissão.

No tocante à integração dos conhecimentos gerais e específicos como totalidade na proposta curricular, terceira concepção apontada por Ramos (2010), é importante ter em mente que um processo ou fenômeno social possuem diversas dimensões e que para compreendê-los é preciso vê-los em suas totalidades. Os conhecimentos precisam estar vinculados ao nosso cotidiano para que a teoria não fique separada da realidade concreta e se torne abstrata, sem a compreensão de sua força produtiva.

Ainda na análise do conceito de integração, Ciavatta (2014, p.198) relata que:

[...] o termo integrado remete-se, por um lado, à forma de oferta do ensino médio articulado com a educação profissional; mas, por outro, também a um tipo de formação que seja integrada, plena, vindo a possibilitar ao educando a compreensão das partes no seu todo ou da unidade no diverso. Tratando-se a educação como uma totalidade social, são as múltiplas mediações históricas que concretizam os processos educativos.

Dessa forma, o ensino deve ser realizado de forma integrada às múltiplas dimensões e o conteúdo deve estar contextualizado e relacionado com o cotidiano dos alunos, de forma que haja uma compreensão da totalidade dos fenômenos e as disciplinas sejam meios coparticipantes da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade. Assim, os sujeitos serão capazes de desenvolver um senso crítico, possibilitando a participação em tomadas de decisão que influenciem na qualidade de vida da sociedade.

De acordo com Ciavatta (2005, p. 2), referindo-se à perspectiva gramsciana, a educação integrada deve considerar “a educação geral como parte inseparável da educação profissional em todos os campos onde se dá a preparação para o trabalho: seja nos processos produtivos, seja nos processos educativos como a formação inicial, como o ensino técnico, tecnológico ou superior”; a ênfase no trabalho como princípio educativo, buscando superar a dicotomia trabalho manual/trabalho intelectual e a formação dos trabalhadores para atuar como dirigentes e cidadãos.

Bezerra (2013, p. 51) aponta que “a formação humana integral/omnilateral constitui o alvo do ensino médio integrado” e cita ainda que Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005, p.85) explicam que com o termo “formação humana” se busca “garantir ao educando o direito a uma formação completa para a leitura do mundo e para a atuação como cidadão pertencente a um país, integrado dignamente à sua sociedade política”.

Cabe destacar que, de acordo com o art. 7º e 8º da Lei 11.892/2008 (BRASIL, 2008), que Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, um dos objetivos dos Institutos Federais é “ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados”, garantindo o mínimo de 50% de suas vagas para essa finalidade. Entretanto, segundo Bezerra (2013), não há investimentos na capacitação de docentes e do quadro administrativo para que uma formação integral se efetive, e, portanto, o que ocorre é apenas uma justaposição na articulação do ensino médio com a educação profissional técnica. Ou seja, são ministradas disciplinas da formação geral adicionalmente às disciplinas técnicas, de forma desarticulada, sem interdisciplinaridade e contextualização.

Como podemos observar, diversos desafios são encontrados quando nos referimos à implementação do ensino médio integrado à formação profissional técnica, pois a real integração deve ser realizada de forma articulada e não apenas acrescentando-se ao currículo os conhecimentos técnicos, de maneira justaposta. Segundo Ramos (2008), os componentes técnicos devem estar integrados aos diversos conhecimentos levando-se em consideração o trabalho como princípio educativo, integrador de todas as dimensões: trabalho, ciência e cultura.

Ainda para a autora, um currículo integrado deve problematizar fenômenos buscando a compreensão do mundo através das múltiplas perspectivas; evidenciar as teorias e conceitos fundamentais para o entendimento do que se está sendo estudado; estabelecer os conceitos como conhecimentos de formação geral e específica; e a partir disso, organizar os componentes curriculares e as práticas pedagógicas.

Araújo e Frigotto (2015) concluíram que o currículo integrado pode ser orientado por princípios como: a contextualização, a interdisciplinaridade e o compromisso com a transformação social. Desta forma, é possível pensar em formular estratégias de organização curricular e de ensino que promovam a superação da visão fragmentária da realidade. Os autores afirmaram que o ensino integrado é uma proposta pedagógica que se compromete com uma formação inteira do sujeito, promovendo um desenvolvimento de sua capacidade física e intelectual através do direito de todos ao acesso a um processo formativo.

A escola tem o papel de auxiliar nesse processo formativo fornecendo ferramentas que integrem e estimulem o pensar e o agir; que crie condições do

sujeito compreender o trabalho como princípio educativo; e que busque construir o conhecimento juntamente com os sujeitos, levando em consideração as múltiplas dimensões envolvidas nos processos e seus conhecimentos já adquiridos ao longo da vida.

Dessa forma, a escola deve buscar uma integração no currículo, de forma que todas as disciplinas se envolvam em prol de uma interdisciplinaridade e contextualização dos conteúdos à realidade e, assim, tenham condições de refletir sobre os diversos aspectos envolvidos. Com isso, será possível tomarem decisões como cidadãos de uma sociedade.

Assim, visando à formação de um cidadão crítico para a sociedade, o processo de ensino-aprendizagem, principalmente relacionado aos conteúdos de energia nuclear neste estudo, deve almejar um aprendizado norteado pela ciência, contextualizado com a sociedade, tecnologia e meio ambiente. Nesse sentido, poderá representar um importante elemento na formação integral dos discentes.

## **2.2 Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)**

Essa abordagem teve início com o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que buscou inter-relacionar essas três dimensões em prol de fornecer condições para que a sociedade pudesse tomar decisões mais conscientes no âmbito da utilização da ciência e tecnologia. Com o tempo, a preocupação com os impactos também no meio ambiente fez surgir a integração com a dimensão Ambiente. Assim, o enfoque CTSA dado ao processo de ensino-aprendizagem pode contribuir de forma relevante na formação integral do indivíduo. Nesse sentido, é possível destacar que

Educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam Ciência e Tecnologia. Em outras palavras, é favorecer um ensino de/sobre Ciência e Tecnologia que vise à formação de indivíduos com a perspectiva de se tornarem conscientes de seus papéis como participantes ativos da transformação da sociedade em que vivem (LINSINGEN, 2007, p. 13).

A necessidade de inovação na educação científica e de aproximações interdisciplinares que envolvessem problemas amplos, buscando inter-relação entre

a ciência, tecnologia e assuntos sociais foram um dos fatores que impulsionaram o surgimento dessa abordagem. De acordo com Gallagher (1971 apud AIKENHEAD, 2005, p. 115) “para os futuros cidadãos de uma sociedade democrática, entender a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade pode ser tão importante quanto entender os conceitos e processos de ciência”.

Segundo Auler e Bazzo (2001), o movimento CTS surgiu em meados das décadas de 1960 e 1970, em países capitalistas centrais, a partir da preocupação com a degradação ambiental e guerras vinculadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. Passou-se a exigir maior participação democrática nas questões de ciência e tecnologia, tendo em vista que os avanços científicos e tecnológicos não traziam apenas impactos de bem-estar à sociedade, mas também diversas consequências negativas.

Esse movimento se desdobrou na educação, a partir de reformas educacionais iniciadas na década de 1970, em países como os EUA e os países da Europa, de maneira que a educação CTS fosse “voltada para o ensino de ciências e sua repercussão no contexto social, uma vez que os estudantes são os futuros agentes decisores da sociedade” (ROEHRIG; CAMARGO, 2013).

Até os dias de hoje, pode-se dizer que ainda há o dilema por humanizar a ciência, em busca de formar cidadãos que obtenham conhecimento e sejam capazes de serem ativos e críticos, com tomada de decisão na sociedade, e, ao mesmo tempo, sejam formados para se tornarem futuros cientistas, como aponta Aikenhead (2005). Nessa perspectiva, um currículo escolar deve ser pensado em fazer o aluno “aprender a aprender” e ser capaz de utilizar o que foi aprendido e, para isso, não se pode obter sucesso em um currículo que aborde apenas fundamentos racionais filosóficos. “A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos” (LÓPEZ; CERESO, 1996, apud SANTOS; MORTIMER, 2000).

Verifica-se que o enfoque CTSA é abordado em diversas pesquisas relacionadas ao uso da energia nuclear. Dentre elas, Paniagua, Silva e Machado (2013), apresentaram em seu estudo a relação do desenvolvimento de atividades pedagógicas numa proposta baseada no enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, trabalhando o tema energia nuclear com alunos da Educação Básica. Foi

realizada uma pesquisa colaborativa, com parceria entre a Universidade e a Escola Básica, culminando na elaboração de questionários pelos alunos para diagnosticar a opinião da comunidade onde residiam sobre as problemáticas em que se encontravam, através de uma reflexão dos impactos causados por uma empresa geradora de energia na região. Os autores concluíram que o professor tem papel essencial no planejamento de atividades criativas e que levem à reflexão sobre a realidade possibilitando assim a formação para a cidadania.

Ainda no que se refere ao viés CTS, Oniesko e Miquelin (2016) demonstram a potencialidade do tema energia nuclear para o desenvolvimento de abordagem CTS no Ensino Médio. Os objetivos da pesquisa foram desenvolver uma relação de racionalidade em torno da energia nuclear; investigar as concepções dos estudantes no Ensino Médio em torno do tema; e propor uma ação de diálogo e desenvolvimento CTS em sala de aula. Os autores aplicaram questionários semiabertos sobre o tema de energia nuclear aos alunos para se verificar a percepção deles sobre o assunto. Eles concluíram que ainda é preciso apresentar discussões a respeito da energia nuclear no Ensino Médio e que há a necessidade de aproximar o estudante da interação com a ciência e a tecnologia em todas as dimensões da sociedade, envolvendo questões controversas como a energia nuclear.

### **2.3 Energia Nuclear no Ensino Médio**

No que se refere à abordagem do tema Energia Nuclear no Ensino Médio, inicialmente, foram feitas leituras de artigos, dissertações, teses, revistas e anais de congresso, bem como a análise de documentos educacionais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Além disso, também foi realizada pesquisa em documentos da Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA, a qual possui diversos projetos nesse sentido.

Através da análise dos textos obtidos, por meio das leituras, o estudo foi organizado em categorias de análise, com vistas a se obter uma visão do que vem sendo abordado no ensino médio, no tocante a questões da energia nuclear e radioatividade, e a forma como o conteúdo vem sendo transmitido. Dessa forma, os documentos foram categorizados em três dimensões: Transmissão do conteúdo associado à energia nuclear; Tecnologia associada a práticas pedagógicas e Ensino em espaços não formais.

Na categoria Transmissão do conteúdo associado à energia nuclear analisou-se a percepção dos alunos acerca de conteúdos relacionados à energia nuclear e à radioatividade, embora exista orientação nos documentos educacionais brasileiros para que esses conhecimentos sejam transmitidos aos discentes. A maioria das pesquisas apontou em sua introdução para a falta de conhecimento desses alunos, através de menção a outros estudos ou aplicação de algum método que identificasse esse resultado.

Silva et al. (2012) apresentaram uma pesquisa com o objetivo de realizar uma análise de artigos referentes ao ensino e aprendizagem de radioatividade. Para isso, foi feita uma pesquisa bibliográfica em periódicos nacionais de ensino de Ciências, Química e Física e internacionais de ensino Ciências e Química, entre os anos de 1990 e 2012. No período escolhido para investigação, foram encontrados 16 artigos sobre ensino e aprendizagem de radioatividade, nos periódicos selecionados. Dos resultados obtidos, verificou-se que há uma forte tendência em estratégias e propostas de ensino com ênfase na História da radioatividade e suas aplicações, principalmente a energia nuclear, além de propostas de analogias e análise de livros didáticos.

Lucena et al. (2017) demonstraram a necessidade de esclarecer a população sobre os principais aspectos relativos às aplicações, aos riscos e aos benefícios associados. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, através de levantamento de trabalhos e legislação educacional, e chegou-se à conclusão de que uma solução seria a aproximação entre as escolas e as instituições que empregam tecnologias envolvendo radioatividade, o que permitiria aos alunos conhecer as práticas, a proteção radiológica associada, bem como os riscos e benefícios para a sociedade. Além disso, a pesquisa relatou que ainda há dificuldades na transmissão desse conteúdo, devido à falta de preparo dos próprios professores, à falta de carga horária disponibilizada pelas disciplinas e a outros fatores que são desafios a serem enfrentados nesse processo.

A pesquisa de Modanez (2012), embora não tenha sido realizada especificamente para alunos de ensino médio, ratifica essa falta de transmissão do conhecimento relativo ao tema, quando 80% dos estudantes de uma universidade em São Paulo responderam que não tiveram aulas sobre as diversas aplicações da energia nuclear no período escolar e, ainda, 66% relacionaram a energia nuclear a algo prejudicial à saúde.

Muitos possuem conhecimentos superficiais, advindos de divulgação midiática, associados, em sua grande maioria, a malefícios referentes ao uso da radiação, aos acidentes nucleares, às bombas atômicas e à incidência de câncer. Barabás e Sabundjan (2013), em sua pesquisa de revisão bibliográfica, concluíram que o tema ainda é tratado com preconceito, devido à visão distorcida da energia nuclear, e com uma visão limitada de seus benefícios.

No tocante às práticas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo, Arantes et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de apresentar uma metodologia desenvolvida para realização de palestras, em escolas, sobre o acidente radiológico de Goiânia, utilizando uma linguagem simples e informações verídicas sobre diversos aspectos do acidente. Utilizaram-se de relatos, em áudio e vídeo, durante as palestras, dos profissionais envolvidos no atendimento da emergência, tornando a descrição do acidente mais realista. Desta forma, foi observado que os jovens se sensibilizaram e foram envolvidos em discussões sobre as aplicações atuais das radiações ionizantes nos diversos setores, como medicina, indústria, pesquisa e construção civil.

Ainda nessa perspectiva, observa-se que, no estudo realizado por Araujo et al. (2013), 70% do total de 30 alunos de uma escola localizada em Recife/Brasil, relacionaram a radioatividade a efeitos maléficos, em resposta ao questionário aplicado previamente sobre conhecimentos acerca do tema. Além disso, 73% dos alunos relataram que possuíam dificuldades em realizar cálculos de meia-vida, e 82% já haviam escutado falar a respeito de Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie, entretanto, não sabiam de suas contribuições como cientistas para a história da radioatividade.

Na categoria Tecnologia associada a práticas pedagógicas foi possível observar o impacto dos recursos tecnológicos na prática docente relacionada ao ensino de energia nuclear. O contexto atual em que vivemos, de uma sociedade globalizada, nos coloca o desafio de gerenciar o impacto da ciência e tecnologia no desenvolvimento do país e das pessoas, diante de uma desigualdade social significativa entre as regiões do Brasil.

Para isso, pensar nas tecnologias da informação e comunicação (TICs) como ferramentas que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem é de suma importância para a qualidade no processo de educação e para o alcance desse desenvolvimento. Nessa relação de ensino-aprendizagem, há o estímulo ao

pensamento crítico e à construção de modos criativos de conhecimento, possibilitando um ambiente novo e dinâmico de aprendizagem, em busca de uma educação voltada para a autonomia do aluno.

Nesse sentido, um estudo realizado na área de Física Nuclear, por Batista (2011), demonstrou bons resultados com a utilização de recursos computacionais no *excel*, em sua proposta didática para os alunos de 3º ano do Ensino Médio, das escolas públicas estaduais de São Paulo, acerca do tema: “Núcleo Atômico e Radioatividade”. A proposta partiu de dados experimentais obtidos através da investigação das propriedades de um núcleo radioativo por meio do espectro de radiação gama emitida, especificamente no isótopo  $^{127}\text{Te}$ . Como resultado, o autor observou que a proposta possibilitou aos alunos ampliar o seu conhecimento em Física Nuclear, bem como gerou motivação e um bom desempenho no ensino de Física.

Ainda no que se refere ao uso de TICs no processo de ensino-aprendizagem, como ferramenta estratégica no auxílio da disseminação do conhecimento científico nuclear, Legey et al. (2013) realizaram uma pesquisa com 57 estudantes do ensino médio, com a utilização de um vídeo educacional em 3D. Após a apresentação do vídeo, foi aplicado um questionário com questões abertas e fechadas para verificar o conteúdo assimilado. Os autores concluíram que o vídeo 3D, no contexto educacional, oferece um *design* dinâmico e diferenciado em relação às formas tradicionais de educação.

Mediante o uso adequado de ferramentas educacionais, é possível alcançar um alto nível de motivação no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, Legey et al. (2015) apresentaram a elaboração de um jogo digital sobre as diferentes aplicações da energia nuclear, desenvolvido pelo Instituto de Energia Nuclear (IEN), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), em colaboração com o Centro Universitário Unicarioca. O jogo é baseado em técnicas de Realidade Virtual (RV) e pode ser utilizado como uma ferramenta educacional direcionada para um processo de ensino-aprendizagem mais inovador, contextualizado, dinâmico e motivador. Os autores acreditaram que o *software* foi um método de ensino e avaliação importante, levando em consideração a interatividade e motivação proporcionada pela ferramenta.

Visando ainda à disseminação dos aspectos favoráveis à utilização da energia nuclear, Lobo e Aquino (2015) realizaram uma pesquisa qualitativa em duas

escolas, com grupos de 34 professores de diferentes áreas do ensino fundamental e médio, do estado de São Paulo. Para isso, foi aplicado um mesmo questionário, antes e após a apresentação de um vídeo sobre o Césio-137. Os autores observaram um aumento significativo de 21% para 94% no tocante à aceitação da energia nuclear, particularmente, para tratamento e diagnóstico em medicina. Nota-se que, nesse caso, o foco da transmissão do conhecimento foi dado aos docentes de Ensino Fundamental e Médio, para que pudessem ser multiplicadores desses conhecimentos aos alunos.

Embora os docentes possam ser agentes de disseminação desses conhecimentos, e que utilizar-se de TICs auxilia bastante nesse processo, para que os recursos tecnológicos façam parte da vida escolar é preciso que alunos e professores o utilizem de forma correta. Um componente substancial é a formação e atualização de professores, de modo que a tecnologia seja de fato incorporada no currículo escolar, e não vista apenas como um complemento ou aparato marginal. É preciso pensar como incorporá-la no dia a dia da educação de forma definitiva. Em seguida, é preciso levar em conta a construção de conteúdos inovadores, que usem todo o potencial dessas tecnologias (DE OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015).

As TICs inseridas no processo pedagógico são umas das ferramentas utilizadas nas metodologias ativas. Essas possuem diversas vantagens, pois apresentam uma boa aceitação pelos alunos, despertando o interesse, a motivação e a participação desses em sala de aula, estimulando o desenvolvimento de autonomia, comprometimento e reflexão. A participação dos alunos estimula a autonomia e, segundo Freire (1996), ensinar exige respeito à autonomia do ser o qual será educado:

[...] o respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros [...] saber que devo respeito à autonomia e à identidade do educando exige de mim uma prática em tudo coerente com este saber (FREIRE, 1996, p.59-61)

Além disso, o estímulo ao diálogo é outra vantagem encontrada no estudo, e, ainda segundo Freire (1996), “ensinar exige disponibilidade para o diálogo”, o qual será responsável pela troca de conhecimentos entre os sujeitos:

[...] Minha segurança se funda na convicção de que sei algo e de que ignoro algo que se junta a certeza de que posso saber melhor o que já sei e conhecer o que ainda não sei. [...] Viver a abertura respeitosa aos outros e, de quando em vez, de acordo com o momento, tomar a própria prática de

abertura ao outro como objetivo da reflexão crítica deveria fazer parte da aventura docente. (FREIRE, 1996, p.86)

Nesse contexto, cabe ressaltar que as metodologias ativas buscam uma construção do conhecimento juntamente aos alunos, com uma aprendizagem centrada nesses discentes. “Ela se caracteriza pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno.” (BACICH; MORAN, 2018, p. xx SE NÃO CONSTAR PÁGINA NO DOCUMENTO USE A EXPRESSÃO não paginado. VERIFIQUE SE TEM OUTRAS CITAÇÕES DIRETAS NA MESMA CONDIÇÃO).

É importante ter em mente que a utilização da tecnologia de maneira contextualizada ao cotidiano, além de uma combinação das diversas metodologias equilibradamente, são a chave para que se alcance um processo mais eficaz de ensino-aprendizagem. De toda forma, de acordo com Moran (2013), toda a aprendizagem é ativa em algum grau, pois todo processo, seja através de uma metodologia mais tradicional ou de metodologias ativas, exige que os sujeitos envolvidos, aluno e professor, reproduzam ações de motivação intrínseca ou extrínseca.

O simples fato de um aluno ouvir o conteúdo transmitido pelo professor, como ocorre em uma metodologia tradicional, envolve etapas inerentes ao sujeito, como ouvir, refletir, interpretar, avaliar e aplicar, mesmo que posteriormente ao momento de sala de aula. Entretanto, embora toda aprendizagem seja ativa, a utilização de metodologias ativas auxilia em uma aprendizagem mais profunda, uma vez que envolvem o aluno, o aproximam à realidade cotidiana, trazendo o aluno para o centro do processo ensino-aprendizagem e, dessa forma, o motivando através do diálogo, atividades inovadoras e uso de tecnologias.

Ainda nesse sentido, Moran (2013) deixa evidente o fato de que a teoria e a prática devem caminhar em conjunto, bem como as diferentes metodologias, quando apresenta o exemplo sobre a capacidade de se tornar um motorista e conduzir um carro, sendo necessário obter aulas teóricas e práticas para se alcançar essa competência. Assim, para as realizações de demonstrações práticas de conteúdos disciplinares, espaços não formais de educação também podem ser grandes aliados nesse processo.

Na categoria Ensino em espaços não formais foram apresentadas as

pesquisas relacionadas ao ensino de energia nuclear realizadas em espaços não formais. Um projeto de Escola Avançada em Energia Nuclear, oferecido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, realizado por Semmler, Catharino e Vasconcellos (2012), com resultado satisfatório, demonstrou o atendimento às expectativas dos alunos e contribuição para minimizar as deficiências observadas em relação à área nuclear. O projeto consistiu em uma semana de atividades na área de Física Nuclear, Radioquímica e usos de Energia Nuclear, para um público formado por estudantes do ensino médio. A semana foi composta de diferentes atividades educativas, com introdução de palestras teóricas, discussão de problemas, simulações, demonstrações, exibição de material publicitário do IPEN e visitas ocasionais aos principais laboratórios do IPEN, ao reator de pesquisa IEA-R1, aos radioisótopos centro de produção, ao acelerador de elétrons industriais e ao irradiador multiuso Cobalt-60.

Considerando ainda os benefícios advindos de práticas em espaços não formais, Maffei et al. (2011) divulgaram, através de sua pesquisa, o *Space of Nuclear Technology* (SNT), vinculado ao IPEN. Esse espaço tem como objetivo apresentar aos alunos, aos professores e ao público em geral as aplicações atuais da tecnologia nuclear na medicina, indústria, pesquisa, geração de energia elétrica, dentre outras aplicações. O espaço se propõe a exibir material científico em diferentes formas para permitir a realização de experimentos, demonstrando alguns dos conceitos associados às propriedades da energia nuclear, programas práticos e atividades que podem ser personalizadas para o nível de ensino e currículo dos discentes. Segundo os autores, esses espaços despertaram a curiosidade do público sobre a questão nuclear, promovendo um acesso à informação numa linguagem apropriada, transparente e completa para a sociedade.

Diante do exposto, a análise constatou que, embora existam poucas publicações no Brasil, há algumas iniciativas, principalmente na região sudeste, onde existe uma maior concentração de instalações radiativas no país, para que haja a disseminação do conhecimento das aplicações da energia nuclear aos estudantes do ensino médio. Além disso, a revisão bibliográfica apontou para uma tendência à utilização de metodologias pedagógicas mais inovadoras, dinâmicas e contextualizadoras, como as metodologias ativas, as quais apresentam um envolvimento maior do discente no processo de ensino-aprendizagem.

Observou-se também que o uso das TICs pode ser uma ferramenta

significativa no processo de ensino-aprendizagem, tornando o educando o sujeito principal nesse processo. A utilização de novas tecnologias na educação, bem como a educação realizada em espaços não formais, resulta em maior autonomia e reflexão do aprendiz, maior capacidade de inovação e criatividade, bem como agilidade e senso de contextualização, que darão suporte para uma formação integral do sujeito. Entretanto, para que um projeto com essas perspectivas obtenha êxito, é fundamental que existam políticas que deem suporte à implantação e manutenção do projeto, bem como leve em consideração as particularidades de cada comunidade, em seus aspectos sociais, culturais e econômicos, diante de múltiplos cenários no Brasil.

#### **2.4 Sequência Didática e Utilização de Espaços Não Formais**

Com o intuito de se alcançar objetivos de aprendizagem, a sequência didática (SD) pode ser utilizada como uma ferramenta de planejamento pedagógico importante no auxílio desse processo. Para tanto, nas concepções de Zabala (1998, p.18), uma sequência didática pode ser compreendida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” e é composta por três fases, planejamento, aplicação e avaliação. Nessa perspectiva, observa-se que uma SD se caracteriza pelo ordenamento de atividades planejadas, que possuam articulação entre si e objetivos bem definidos e claros aos sujeitos envolvidos no processo.

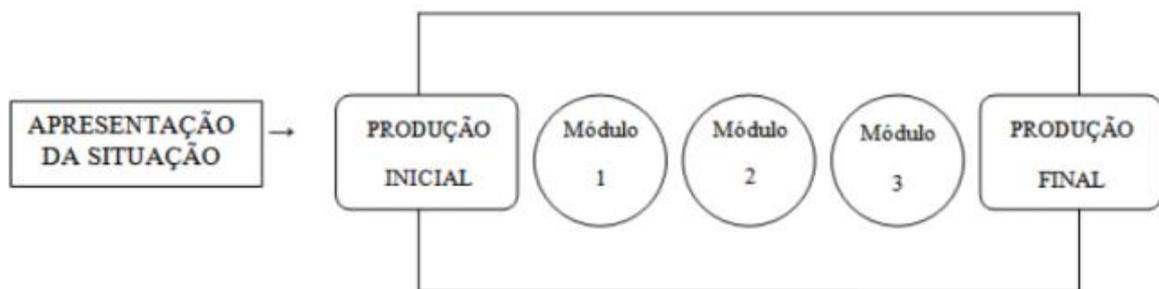
Cabe destacar que ela foi, inicialmente, idealizada para o ensino da língua escrita e oral e, portanto, para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p.96) a SD é definida como “um conjunto de atividades escolares organizadas de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. Entretanto, atualmente, é possível verificar que os modelos de SD vêm sofrendo adaptações e estão sendo contextualizados para o ensino de conteúdos de diversas áreas e disciplinas, conforme observado, por exemplo, em Antiszko (2016), que se utilizou do modelo de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) para o ensino de radioatividade e Soares (2014), que o utilizou para o ensino de Física. Dessa forma,

Um “empréstimo” desses modelos requer adaptações, (re)formulações com fins da adequação às demandas específicas da disciplina para onde vai

migrar. Essas adaptações acabam gerando um fenômeno polissêmico em torno desses modelos que, por sua vez, criam novos contornos estruturais e significados (CABRAL, 2017, p. 10).

Nesse sentido, este estudo tomou como referência o modelo proposto por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), que foi adaptado para o processo de ensino-aprendizagem do tema energia nuclear, previsto, predominantemente, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Esse modelo de referência prevê quatro diferentes fases: a de apresentação da situação de ensino; a produção inicial, os módulos de ensino e a produção final, conforme figura 1 abaixo:

Figura 1: Esquema de Sequência Didática. **NÃO USAR PONTO NO TÍTULO**



Fonte: DOLZ, NOVERRAZ E SCHNEUWLY (2004, p.97).

O primeiro momento é destinado à apresentação da proposta aos alunos, de forma detalhada e com a abordagem de toda a estrutura do que se pretende realizar, bem como a exposição clara dos objetivos que se pretende alcançar.

No segundo momento, na produção inicial, espera-se captar um diagnóstico prévio acerca dos conhecimentos já adquiridos pelos alunos quanto à temática do projeto a ser desenvolvido e a partir desse diagnóstico adequar às atividades posteriores para que se alcance o objetivo esperado. Para os autores, é nessa fase que se inicia a aprendizagem na sequência.

Já no terceiro momento, de desenvolvimento dos módulos, as atividades ou oficinas devem ser realizadas de acordo com o desenvolvimento das capacidades que se espera alcançar. É importante que as atividades sejam construídas de forma sistemática e com o auxílio de diversos recursos metodológicos e diferentes práticas. Segundo os autores, a diversidade de atividades em cada módulo possibilita ao aluno ter acesso às noções e aos instrumentos, através de variadas maneiras, e, dessa forma, obter maior probabilidade de sucesso. Além disso, cabe ressaltar que

não existe uma quantidade fixa de módulos a serem realizados, eles devem ser construídos de acordo com a necessidade vislumbrada.

Por último, na fase de produção final, os alunos devem colocar em prática os conhecimentos aprendidos e terem seus resultados avaliados junto com professor. Conforme Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p.98), “a produção final serve, também, para uma avaliação de tipo somativa, que incidirá sobre os aspectos trabalhados durante a sequência”.

No tocante à diversidade de atividades a serem realizadas na fase de desenvolvimento dos módulos da SD, cabe destacar que a ideia nesta pesquisa foi englobar aulas expositivas; utilização de recursos audiovisuais; atividades de debates em grupo, jogo e utilização de espaços formal e não formal de educação. Para tanto, ratifica-se o fato exposto por Moran (2013) de que a teoria e a prática devem ser complementares e de que o aluno é motivado pelo diálogo, atividades inovadoras e uso de tecnologias.

A utilização de uma atividade em espaço não formal deve-se ao fato de buscar melhorar o processo de aprendizagem, contribuindo para uma integração da teoria e da prática e para uma formação voltada para a compreensão das múltiplas dimensões do processo. Dessa forma, alguns autores reforçam os aspectos positivos dessa atividade, como, por exemplo, Carbonell (2002) que aponta que os espaços não formais despertam a mente e a capacidade de aprender, pois são considerados como espaços estimulantes que, se bem aproveitados, se classificam como um relevante cenário para a aprendizagem. Além disso, Libâneo (1994) relata que os conteúdos os quais permitem uma discussão em torno da realidade concreta do aluno devem ser enriquecidos com visitas às localidades abordadas.

Nesse sentido, Rodrigues e Otaviano (2001) expõem a ideia de que quando se relacionam os conteúdos abordados teoricamente com a realidade prática na aula de campo, tende-se a desenvolver no aluno uma sensibilização maior ao mundo natural e cultural, além de propiciar o enriquecimento da personalidade do aluno e a aquisição de conhecimentos de conteúdos relacionados à visita.

A fim de relacionar os espaços não formais e a educação profissional e tecnológica, é importante destacar que uma das metas da educação não formal, como aponta Gohn (2006), é a formação integral dos indivíduos, com a formação de cidadãos do mundo, para a vida e civilidade. Tomando como base a educação profissional e tecnológica, é de extrema relevância que a formação de um aluno não

seja apenas técnica, mas sim uma formação que esteja contextualizada com o mundo e que permita que esse ser humano se torne um cidadão crítico na sociedade. Para isso, os espaços não formais, se utilizados de forma correta, podem auxiliar muito nesse papel, pois proporcionam experiências que estabelecem uma conexão entre a teoria e a prática e a visualização das múltiplas dimensões envolvidas na construção do conteúdo.

Tomando como referência o vídeo “*Roda de Conversa*”, do Canal Minas Saúde (2013), cabe destacar que, de acordo com a professora de biologia Leonor Bezerra (ano, p. xx), esses espaços não formais são ativadores do cérebro, "são estímulos motivadores para o desencadeamento de todo um processo biológico que caracteriza a aprendizagem". Eles contribuem para o desenvolvimento do conhecimento e também de habilidades e atitudes. Além disso, esses espaços proporcionam estímulo sensorial, trocas de experiências e conhecimento, contato com o novo, despertar da curiosidade, a percepção de múltiplas dimensões envolvidas no processo, interação, a visualização da prática e teoria, entre tantos outros benefícios que acabam por culminar em atividades de grande êxito na vida acadêmica do aluno.

É necessário buscar relacionar os espaços não formais aos conteúdos disciplinares trabalhados. Destaca-se essa preocupação abordada no vídeo *Roda de Conversa*, pelo professor Bernardo Jeferson, doutor em filosofia e diretor de um espaço de conhecimento da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, o qual diz que essas experiências em espaços não formais devem estar articuladas com as disciplinas. E ainda, podemos observar na fala da professora de biologia da UFMG, Leonor Bezerra, que é preciso que o docente tenha estabelecido os objetivos de aprendizagem que se quer alcançar ao final dessa prática. Dessa forma, é possível obter um bom aproveitamento da utilização desses espaços no processo de ensino-aprendizagem.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo de Pesquisa

A metodologia adotada neste estudo tomou como base os níveis de pesquisa propostos por Gil (2008), o qual as classifica como pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. Nesse sentido, quanto aos fins, pareceu adequado classificar a presente pesquisa como exploratória e descritiva. A primeira classificação se deu tendo em vista o objetivo de proporcionar uma visão geral acerca do objeto de estudo, com o envolvimento de levantamento bibliográfico. No tocante à classificação como descritiva, a pesquisa também se propôs a levantar as opiniões, atitudes e crenças dos alunos do 6º período do ensino médio integrado ao curso técnico de meio ambiente, do IFRJ.

A pesquisa realizada foi configurada também como de abordagem Quanti-Qualitativa, pois envolveu métodos quantitativos e qualitativos de forma complementar. No campo filosófico relativo ao nexa entre qualidade e quantidade, Gramsci (1995, p. 50) argumenta:

Afirmar, portanto, que se quer trabalhar sobre a quantidade, que se quer desenvolver o aspecto “corpóreo” do real, não significa que se pretenda esquecer a “qualidade”, mas, ao contrário, que se deseja colocar o problema qualitativo da maneira mais concreta e realista, isto é, deseja-se desenvolver a qualidade pelo único modo no qual tal desenvolvimento é controlável e mensurável.

Dessa forma, entende que nas condições da vida humana “qualidade está sempre ligada à quantidade” (GRAMSCI, 1995, p. 51). Portanto, as abordagens quantitativas e qualitativas são utilizadas de forma que se obtenha uma análise mais profunda e concreta dos dados. No tocante aos procedimentos técnicos, a pesquisa foi do tipo Bibliográfica, de Campo e Estudo de Caso. A realização da análise bibliográfica ocorreu em livros, artigos científicos, revistas, dissertações e teses. Já a pesquisa de campo envolveu a aplicação de uma sequência didática que incluiu diversas práticas educativas em espaços formal e não formal de educação, com a observação da pesquisadora na maioria das fases. Segundo Gil (2008), o estudo de campo exige que o pesquisador esteja na maior parte do tempo junto à comunidade estudada. Dessa forma, foi possível analisar no local de estudo se as atividades

realizadas foram adequadas para se transmitir o conhecimento sobre o tema, com uma abordagem mais motivadora e estimulante aos discentes.

Para tanto, a fim de obter um retorno no sentido de coletar informações acerca do comportamento dos discentes diante da aplicação da SD, a técnica de observação participante não estruturada também foi utilizada em complemento às demais técnicas de investigação utilizadas, como a aplicação de questionários. A partir daquela técnica, conforme Moreira (2004), o pesquisador parte das observações do comportamento verbal e não verbal dos participantes, e de suas anotações quando no campo, de áudios e vídeos disponíveis, por exemplo. Além disso, o meio utilizado, de uma observação não estruturada, deve-se ao fato de a observadora ter agido livremente observando e decidindo o que seria significativo para a pesquisa, como definido por Ferreira, Torrecilha e Machado (2012).

Quanto à técnica de utilização dos instrumentos de coleta de dados através de questionário, essa se deu em virtude de obter informações sobre os conhecimentos, crenças e expectativas, por exemplo, dos discentes em relação ao tema da energia nuclear e a SD, tendo em vista a conceituação dessa utilização por Gil (2008).

Já a característica por um estudo de caso se deu por tratar-se de um estudo aprofundado de poucos objetos, o que permitiu um conhecimento mais detalhado, conforme definido por Gil (2008).

### **3.2 Contexto da pesquisa**

A pesquisa teve como público-alvo estudantes de uma turma do 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Meio Ambiente do IFRJ, campus Rio de Janeiro. A turma era composta de 15 alunos com aulas ocorridas regularmente no período vespertino, em que o perfil era de estudantes jovens com a faixa etária entre 16 e 21 anos de idade.

Eles foram escolhidos para fazerem parte do estudo, pois o conteúdo o qual foi trabalhado é sugerido pelos PCN que seja abordado nessa série, onde esses jovens já são capazes de entender assuntos de maiores complexidades. Além disso, cabe ressaltar que, como uma das etapas de aplicação do produto educacional envolveu uma visita às instalações do IRD, foi necessário que a escolha envolvesse alunos maiores de 16 anos para que estivessem de acordo com as normas da

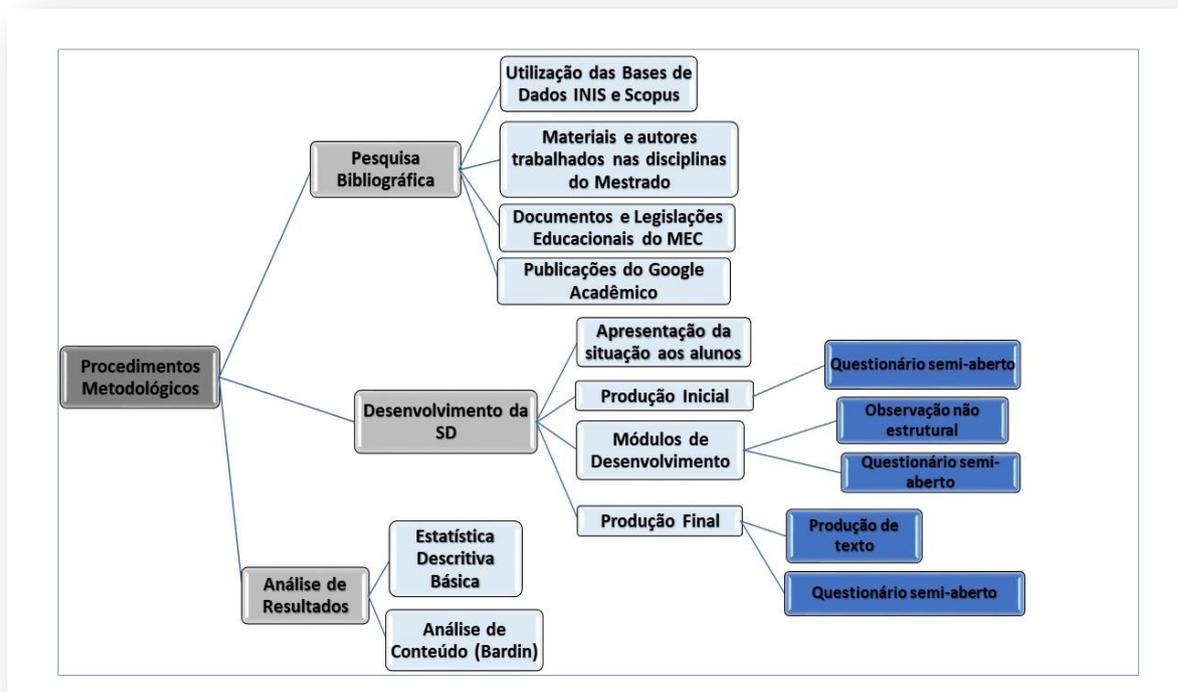
CNEN. De acordo com as Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, instituídas pela Norma CNEN NN 3.01 (CNEN, 2014), visitantes menores que 16 anos não podem ter acesso às áreas controladas.

Os critérios utilizados para a inclusão desses participantes na pesquisa basearam-se na acessibilidade, devido à trajetória profissional da pesquisadora; na ideia de contextualizar questões ambientais, trabalhadas no referido curso, com energia nuclear, visando enfoque CTSA; na questão da motivação dos alunos dessa área em vislumbrar projeções profissionais futuras e no fato de o conteúdo da disciplina envolvida na pesquisa prever tópicos que englobem o meio ambiente com energia nuclear.

### 3.3 Procedimentos Metodológicos

Após indicar o tipo de pesquisa realizada e o contexto no qual ela se insere, cumpre apresentar os métodos e instrumentos utilizados no decorrer de todo o processo. Para tanto, a fim de facilitar a compreensão de todas as etapas, pode-se visualizar na Figura 2 abaixo como os procedimentos foram divididos.

Figura 2: Etapas do Procedimento Metodológico



Observa-se que os procedimentos foram divididos em 3 (três) etapas: Pesquisa Bibliográfica, Desenvolvimento da SD e Análise de Resultados.

A primeira etapa, de Pesquisa Bibliográfica, foi a construção do referencial teórico com base nos temas mais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa. A pesquisa analisou as publicações de artigos, dissertações, teses, revistas, anais de congresso, entre outros. A fim de iniciar o desenvolvimento do referencial teórico, a ideia foi apresentar a base conceitual da Educação Profissional e Tecnológica, que é a base deste programa de mestrado, a qual conduziu toda a pesquisa e direcionou um de seus objetivos. Nessa perspectiva, buscaram-se autores e publicações que haviam sido trabalhados dentro do programa e que tivessem tido mais compatibilidade com os ideais e objetivos da autora, além de consultas a documentos e legislações educacionais do MEC.

Ainda na mesma linha, para se desenvolver um processo de ensino-aprendizagem que buscasse uma formação integral, com o entendimento das múltiplas dimensões envolvidas no fenômeno que seria estudado, pesquisas foram realizadas em torno do tema CTSA, as quais também foram feitas em publicações de autores utilizados em disciplinas ofertadas pelo programa.

Para verificar como vinha sendo abordada a energia nuclear no ensino médio, diversas buscas foram realizadas na base de dados INIS, Sistema Internacional de Informação Nuclear, da Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA, e SCOPUS, da Elsevier, em um recorte temporal dos últimos 10 anos (de 2010 a 2019), como critério de inclusão. Essas bases foram escolhidas por abrangerem conteúdos relacionados às áreas de energia nuclear e ciências e por possuírem campos de descritores para filtragem, a fim de realizar a pesquisa de acordo com a relevância e correlação com o tema proposto no estudo, além de serem bases já utilizadas anteriormente pela pesquisadora. Além disso, consultas também foram feitas em documentos do MEC que abordassem o tema energia nuclear.

E, por último dentro dessa etapa, com o objetivo de se construir o produto educacional, de forma organizada e efetiva, procurou-se investigar no Google Acadêmico estudos relacionados à SD e à utilização de espaços não formais de educação que pudessem dar suporte ao desenvolvimento do produto.

A segunda etapa dos procedimentos metodológicos referiu-se ao desenvolvimento do produto educacional, ou seja, da SD. Destaca-se que nessa seção o foco foi direcionado apenas para a elaboração dos instrumentos de coleta

de dados, uma vez que o detalhamento se dará na Seção do Produto Educacional.

Assim, de maneira geral, a SD foi composta por 6 momentos: Apresentação da situação aos alunos; Produção Inicial, com aplicação de questionário semiaberto de diagnóstico prévio aos alunos; 3 (três) módulos de desenvolvimento da SD, com a utilização de instrumentos de coleta de dados como a observação não estruturada em todos esses módulos, além de questionário semiaberto aplicado após a visita técnica realizada; e a Produção Final, com uma avaliação de produção de texto solicitada aos alunos, com viés CTSA, e aplicação do mesmo questionário utilizado na Produção inicial, apenas com pequenas alterações.

Cabe informar que o questionário semiaberto utilizado no segundo e último módulo continha 11 (onze) questões que tiveram o intuito de captar conhecimentos e percepções dos alunos acerca do tema proposto, ver apêndice G. Das 11 (onze) questões apresentadas, 7 (sete) eram de caráter fechado e 4 (quatro) de caráter aberto, no módulo 2 (produção inicial). No último módulo foi retirada a questão 1 e acrescentada a questão “Comente se você gostou da SD apresentada, elencando os pontos mais significativos da SD que contribuíram para o entendimento do tema”, uma questão de caráter aberto.

Destaca-se que para a validação desse questionário, primeiramente, ele foi aplicado em uma turma distinta, com características semelhantes ao do público-alvo da pesquisa. A partir de algumas considerações apontadas por esses alunos, e da percepção da pesquisadora na leitura das respostas, algumas modificações foram realizadas para que o questionário pudesse ser aplicado aos participantes da pesquisa. Um dos exemplos significativos dessas alterações foi a utilização, inicialmente, de uma escala Likert em 3 (três) das questões fechadas, com uma escala de satisfação de 5 pontos, que possuía as opções “discordo totalmente”, “discordo parcialmente”, “indeciso”, “concordo parcialmente” e “concordo totalmente”. Nesse caso, ao realizar a leitura das respostas, a pesquisadora percebeu que não conseguiria obter o entendimento necessário para atingir a sua análise e, dessa forma, alterou as questões para opções com “verdadeiro” ou “falso”, e visualizou uma melhora relevante para a sua compreensão.

O questionário semiaberto aplicado após o módulo de realização da visita foi elaborado tendo como base o questionário já utilizado pelo IRD em suas visitas técnicas, ver apêndice H. Do total de 10 (dez) questões, com utilização de escala Likert de 5 (cinco) pontos, 5 (cinco) foram aproveitadas do questionário original e 5

(cinco) foram modificadas de acordo com o interesse da pesquisa. Acrescentou-se a essas questões fechadas, um espaço, de caráter aberto, oferecido aos estudantes para que eles pudessem deixar seus comentários a respeito da visita.

Para a avaliação final, de produção de texto solicitada aos alunos, perguntas norteadoras, ver apêndice I, foram criadas pela pesquisadora e orientador com o objetivo de proporcionar uma reflexão desses alunos acerca dos riscos e benefícios das aplicações da energia nuclear apresentadas durante a SD, em que os levassem a relacioná-las às dimensões CTSA.

A última etapa dos procedimentos metodológicos é a etapa de análise dos resultados, e para isso, a metodologia utilizada para a análise de dados baseou-se em duas ferramentas principais: a estatística descritiva básica e a análise de conteúdo de Laurence Bardin (2016).

Assim sendo, como a pesquisa se qualifica como quanti-qualitativa e a ideia foi utilizar questionários semiabertos, além de observação não estruturada e análise de produção de textos confeccionados pelos discentes, cabe identificar os seus propósitos para chegar ao entendimento da escolha das ferramentas.

Os questionários semiabertos, os quais foram aplicados aos discentes do curso, tiveram o intuito de verificar o nível de conhecimento dos alunos, antes e após aplicação do produto, além de procurar obter, no caso do questionário após a aplicação da SD, o *feedback* dos alunos no tocante ao desenvolvimento de toda a aplicação. Já os debates e produção de textos confeccionados por eles visaram desenvolver um pensamento reflexivo acerca das múltiplas dimensões (CTSA) envolvidas na percepção do tema; e o questionário semiaberto, utilizado no módulo de visita, buscou respostas de suas avaliações sobre a visita técnica realizada.

Ela é classificada como quantitativa de acordo com a vertente utilizada para quantificar o nível de conhecimento dos alunos sobre o tema, utilizando-se de estatística descritiva, com gráficos para melhor visualizar os níveis encontrados.

Por outro lado, ela é uma pesquisa fortemente qualitativa, à medida que a ideia é ir além de dados quantificáveis e se aprofundar em aspectos subjetivos, fazendo a análise das respostas abertas e uso de observação não estruturada que propiciaram este aprofundamento maior na investigação do objeto da pesquisa. Nessa perspectiva, cumpre esclarecer que os registros de filmagens realizados serviram de apoio para a análise da observação do comportamento dos discentes durante as atividades.

A técnica de análise de conteúdo de Bardin foi utilizada para a análise desses dados de caráter aberto, de forma quali-quantitativa, visto que essa técnica é bastante utilizada em diversos trabalhos de mesmo cunho. E no que se refere aos dados de caráter fechado, esses foram analisados de forma quantitativa, através do método de estatística descritiva básica, em que os dados foram descritos e compreendidos através de medidas de tendência central, como a média, por exemplo.

No que se refere à análise de conteúdo, Bardin (2016) propõe a organização dessa técnica com a composição de três fases distintas, que foram realizadas na seguinte ordem cronológica: pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados, com inferência e interpretação.

Na primeira fase, de pré-análise, foi o momento de organização dos dados e documentos, e ela foi constituída por três etapas, que não precisaram seguir uma ordem cronológica, foram eles: a escolha dos documentos que seriam analisados; os reajustes na elaboração das hipóteses e objetivos de acordo com o já definido no início da pesquisa e a construção de indicadores que dessem suporte a interpretação final.

Nessa fase, foram realizadas atividades como a leitura flutuante dos textos e documentos que seriam analisados, onde houve um primeiro contato com o material para que aos poucos a leitura pudesse se tornar mais precisa. A escolha dos documentos levou em consideração algumas regras como: a exaustividade e não-seletividade, tendo em vista não desconsiderar quaisquer elementos por alguma razão não justificável; a representatividade; a homogeneidade dos documentos; e a pertinência dos documentos no tocante aos objetivos da análise. Uma outra atividade dentro dessa fase deveria ser a formulação das hipóteses e objetivos, entretanto, eles já haviam sido estabelecidos no início da pesquisa, o que levou apenas a alguns reajustes para que estivessem alinhados. Ainda nessa fase, ocorreu a preparação do material para a próxima fase.

Na fase seguinte, de exploração do material, foram realizadas as análises propriamente ditas, de forma a sistematizar as decisões que foram tomadas na fase de pré-análise. Aqui foram realizadas as operações de codificações e categorizações, em função das regras definidas na primeira fase e ao longo da exploração do material.

Já na última fase foram realizados o tratamento dos resultados obtidos e sua

interpretação, através da elaboração de tabelas e gráficos que utilizassem operações estatísticas básicas para demonstrar as categorias definidas e mais significativas, de acordo com a frequência das unidades de registro. A figura 3 abaixo demonstra de forma estruturada e resumida todo o método utilizado por Bardin (2016) adaptado pela autora.

Figura 3: Desenvolvimento de uma análise



Fonte: Bardin (2016) adaptado pela autora (2020).

Cabe ressaltar que “os movimentos metodológicos que caracterizam os estudos quantitativos como operações estatísticas e provas de validação são excluídos nos estudos de natureza qualitativa” (SILVA; FOSSÁ, 2015, p. 6). Entretanto, como nesta pesquisa buscou-se por alinhar a natureza qualitativa à quantitativa, foram realizadas operações simples que pudessem melhor embasar e tornar menos subjetiva a análise.

## 4 PRODUTO EDUCACIONAL

### 4.1 Desenvolvimento da sequência didática

A aplicação da SD foi iniciada com uma reunião com a turma, com duração de 1 hora, onde foram apresentadas todas as etapas da SD que seriam realizadas. Além disso, todos os estudantes maiores de 18 anos receberam o TCLE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido), ver apêndice 1. Os estudantes menores de idade receberam o TALE (Termo de Assentimento Livre Esclarecido), ver apêndice 3, e levaram para que os seus responsáveis analisassem e assinassem o TLCE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido), ver apêndice 2. Os termos apresentavam informações sobre a intervenção na sala de aula, a pesquisa e os aspectos éticos envolvidos, possuindo uma linguagem convidativa e acessível aos estudantes.

A SD foi desenvolvida em 6 momentos, com duração de uma ou mais aulas de acordo com cada etapa, onde cada aula teve a duração de 45 minutos, durante 4 semanas. A Figura 3 apresenta a distribuição em módulos, tomando como referência Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004).

Figura 4: Momentos da Sequência Didática



Para cada módulo descrito acima, foi reservado um número de aulas. As etapas de apresentação da situação aos alunos juntamente com a de produção inicial, onde foram entregues os questionários de diagnóstico de conhecimento prévio, foram constituídas por 2 (duas) aulas. O primeiro módulo, de transmissão do conteúdo, teve 4 (quatro) aulas. No segundo módulo, de utilização de espaços não formais (visita técnica ao IRD), foram planejadas 8 (oito) aulas. No terceiro módulo, de debate pedagógico através da utilização de recursos audiovisuais, foram utilizadas 2 (duas) aulas. Na produção final, onde foram retratados aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais sobre as aplicações da radioatividade, o debate final em grupos, confecção de texto e avaliação do último questionário, foram atribuídas mais 2 (duas) aulas.

A SD foi iniciada com a apresentação da pesquisa, a estrutura da sequência e seus objetivos aos discentes, bem como com os estudantes respondendo ao questionário de levantamento de conhecimentos prévios (apêndice 6), consistindo no primeiro e no segundo momentos da Sequência Didática. Nesse questionário foram feitas perguntas relacionadas ao conhecimento deles acerca da energia nuclear e suas aplicações, bem como a relação entre a geração de energia nuclear com CTSA. Considerou-se que esses conceitos eram importantes para a compreensão dessa temática, por isso foi importante conhecer se os estudantes já o possuíam ou não, até mesmo para que a continuidade da SD pudesse tomar algumas direções de acordo com as respostas.

No terceiro momento da SD, foi apresentado o módulo 1 desta pesquisa. Nessa etapa, os discentes tiveram uma aula, utilizando recursos multimídia, onde foram trabalhados os conteúdos: Definição de Radiação, Tipos de Radiação: Alfa, beta, gama, raios X e nêutrons, Estrutura da Matéria e as Radiações Ionizantes: Fontes Naturais e Artificiais de Radiação, Decaimentos, Princípios de Proteção Radiológica, com a inclusão dos efeitos biológicos e ambiental, Acidentes Radiológicos no mundo e Detectores de radiação ionizante. Ainda nessa etapa, os alunos receberam uma apostila educativa, sobre a Energia Nuclear e suas Aplicações, elaborada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), disponível no site do Órgão (CARDOSO, 2012). Os alunos foram orientados a estudá-la para um melhor entendimento das aulas seguintes e que a levassem no último dia da sequência, caso quisessem consultá-la para auxílio na elaboração da produção final.

No módulo 2 da pesquisa, foi realizada uma visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria. A visita foi dividida em três etapas. Na 1ª etapa, os discentes aprenderam técnicas de coleta de amostras e avaliação radiométrica, através de uma aula expositiva. Na 2ª etapa, os alunos visitaram os laboratórios de Abertura de amostras, Radiometria e Radioquímica. Já na 3ª etapa, foram realizadas práticas de coletas de amostras de água e solo no terreno do Instituto, em que 2 (dois) alunos foram caracterizados com equipamento de proteção individual (EPI) e os demais realizaram anotações acerca das coletas. Cabe destacar que a visita teve anuência do responsável da instalação e do supervisor de proteção radiológica do Instituto, considerando que as atividades dos laboratórios estiveram paralisadas e todos foram monitorados através de um dosímetro, seguindo as normas de proteção radiológica da CNEN.

Com o objetivo de analisar o impacto dessa etapa na SD, foram realizadas duas avaliações. A primeira avaliação foi um questionário adaptado do questionário institucional (apêndice 7), aplicado ao final da visita técnica. Esse questionário teve como objetivo avaliar a opinião dos alunos acerca da atividade desenvolvida em espaço não formal. A segunda avaliação foi uma pesquisa de campo, onde a pesquisadora fez uso da observação, de forma não estrutural, do comportamento dos alunos durante a realização das coletas de amostras e suas respectivas avaliações.

No módulo 3, os conteúdos foram transmitidos através de vídeos educativos selecionados para essa etapa da pesquisa, os quais foram obtidos gratuitamente na internet. A tabela 1 abaixo mostra os vídeos sobre as aplicações de energia nuclear e os respectivos objetivos pedagógicos a serem alcançados com esse módulo.

Tabela 1: Vídeos sobre as aplicações de energia nuclear

Vídeos (link)	Objetivo
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ltCCiHzpcGo&amp;feature=share&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=ltCCiHzpcGo&amp;feature=share&amp;app=desktop</a>	Introduzir algumas aplicações das tecnologias nucleares
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=TfXpLod6VGU&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=TfXpLod6VGU&amp;app=desktop</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8">https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8</a>	Abordar de forma mais profunda as aplicações das tecnologias nucleares

<a href="https://www.youtube.com/watch?v=MqxDpCG9QkU&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=MqxDpCG9QkU&amp;app=desktop</a>	Demonstrar como funciona a usina nuclear do Brasil
<a href="https://m.youtube.com/watch?v=lp5dv6ugvPw">https://m.youtube.com/watch?v=lp5dv6ugvPw</a>	Demonstrar as questões relacionadas à irradiação de alimentos
<a href="http://iptv.usp.br/portal/transmission/iflalac%20M%EF%BF%BDs%20informaci%EF%BF%BDn:%20http://blogs.ifla.org/lac/video.action;jsessionid=FE17B8946C3FA367A912FA515353FA5E?idltem=1910">http://iptv.usp.br/portal/transmission/iflalac%20M%EF%BF%BDs%20informaci%EF%BF%BDn:%20http://blogs.ifla.org/lac/video.action;jsessionid=FE17B8946C3FA367A912FA515353FA5E?idltem=1910</a>	Demonstrar as aplicações da energia nuclear no campo da agricultura
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=1k8tjdaa6SQ&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=1k8tjdaa6SQ&amp;app=desktop</a> <a href="https://m.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs">https://m.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs</a>	Demonstrar a produção e importância dos radiofármacos e radioisótopos na Medicina nuclear

Fonte: A autora, 2019.

Importante ressaltar que antes de iniciar a apresentação dos vídeos, os alunos foram divididos em 4 grupos e um jogo foi proposto. Antes da apresentação de cada vídeo, uma ou mais perguntas foram colocadas no quadro para que eles refletissem a respeito durante o vídeo e, ao final de cada um, o grupo que se propusesse a responder, ganharia um ponto. Os pontos foram computados no decorrer da atividade, no quadro, e ao final da atividade o grupo vencedor foi premiado com uma caixa de bombom. Essa dinâmica foi relevante, pois motivou a participação e o engajamento de todos na etapa de discussão. Cabe observar que as questões já foram uma prévia das discussões para a confecção da produção final. Na tabela 2 podem ser observadas as questões que foram propostas para o jogo.

Tabela 2: Questões do jogo

TEMA DOS VÍDEOS	QUESTÕES PROPOSTAS
INTRODUÇÃO SOBRE DIVERSAS APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA NUCLEAR	1) O setor nuclear impulsiona a ciência, a educação e a tecnologia. De que forma?
GERAÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR E A	1) A geração de energia nuclear tem

MONITORAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DAS USINAS DE ANGRA	provocado danos ao meio ambiente em torno de Angra? 2) Dê exemplos de órgãos fiscalizadores e licenciadores.
APLICAÇÃO NA MEDICINA	1) O que é um radiofármaco? 2) Qual o interesse da medicina por um elemento radioativo? 3) Apresente pelo menos um elemento radioativo produzido no reator nuclear apresentado pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e diga para que serve.
APLICAÇÃO NA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E AGRICULTURA	1) Qual o impacto econômico e ambiental da utilização de irradiação dos alimentos?

Fonte: A autora, 2019.

O módulo de produção final teve como objetivo a discussão sobre os benefícios e malefícios das aplicações da energia nuclear, sob a óptica dos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais. O debate foi iniciado a partir dos vídeos educativos transmitidos no módulo anterior.

Após a transmissão dos vídeos e a realização do jogo proposto, os alunos já divididos em 4 grupos, receberam um tema relacionado à aplicação da energia nuclear no cotidiano. Assim, cada um deles recebeu uma questão central que deveria ser respondida em um limite de 20 a 25 linhas. A tabela 3 abaixo mostra as questões centrais de acordo com a divisão dos grupos.

Tabela 3: Questões centrais

GRUPOS	QUESTÃO CENTRAL
MEDICINA	- Qual a importância da radiação para a área médica? Considere os aspectos positivos e negativos da sua utilização.

AGRICULTURA	- Onde a radiação é utilizada na agricultura? Qual o impacto econômico e ambiental de sua utilização?
IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS	- Você já consumiu algum alimento que tenha sido irradiado? Você reconhece na embalagem os alimentos que foram irradiados? Na sua opinião, qual a relação da tecnologia de irradiação de alimentos com a saúde e com os aspectos político-econômicos?
GERAÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR	- Quais são os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais envolvidos na construção de uma usina nuclear?

Fonte: A autora, 2019.

A SD foi finalizada com a discussão das respostas geradas em cada grupo, com a entrega das redações, e com a reaplicação do questionário de conhecimentos prévios, desconsiderando a primeira questão e acrescentando uma questão com o objetivo de averiguar se os alunos gostaram da SD desenvolvida e os pontos que consideraram mais significativos para o entendimento do tema.

## 5 ANÁLISE DOS DADOS (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

### 5.1 Questionários de conhecimento prévio e final

No tocante à análise de resultados referentes aos questionários aplicados anterior e posteriormente à SD, cabe destacar que, inicialmente, as questões foram divididas em objetivas e discursivas para, assim, desenvolver uma análise mais apropriada para cada tipo. Em seguida, as questões foram classificadas em três categorias: “informativa”, no sentido de avaliar as questões que tiveram o objetivo de obter informação pessoal do discente sobre acesso ao tema; “conhecimento”, referindo-se a questões que buscaram obter o conhecimento mais técnico do discente sobre o conteúdo que seria trabalhado; e “avaliação pessoal”, com o intuito de avaliar o aluno em suas percepções sobre o tema comparado a sua realidade e sua avaliação sobre a SD desenvolvida. Assim, pode-se observar na Tabela 4 abaixo a divisão das questões:

Tabela 4: Classificação das questões aplicadas.

Questões	Tipo	Classificação
De que forma você já teve acesso a alguma informação sobre Energia Nuclear?	Objetiva	Informativa
Quão bem informado (a) você se considera acerca da energia nuclear?		
Você sabe identificar qual desses símbolos abaixo está relacionado com a radioatividade?		Conhecimento
Como você acha que a radioatividade está presente em nosso dia a dia? Marque a (s) opção (ões) em que você considera que existam aplicações da radioatividade.		
Avalie se concorda com a afirmação: “A irradiação de alimentos prolonga a sua durabilidade, no entanto este processo pode contaminar o alimento”		
Avalie se concorda com a afirmação: “A Indústria Farmacêutica utiliza fontes radioativas para esterilizar seringas, luvas cirúrgicas, gaze e material farmacêutico descartável, em geral”		

Avalie se concorda com a afirmação: “A energia nuclear tem sido bastante empregada na agricultura, especialmente por provocar o aumento da variabilidade genética nas plantas e, portanto, tornar mais efetiva a busca por melhor produtividade, qualidade e adaptabilidade ao meio ambiente”.		
O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?	Discursiva	Conhecimento
O que você entende por radioatividade?		
Avalie se concorda com a afirmação e explique: “A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade”		Avaliação Pessoal
Avalie se concorda com a afirmação e explique: “O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas”		
Comente se você gostou da SD apresentada, elencando os pontos mais significativos da SD que contribuíram para o entendimento do tema.		

Fonte: a autora, 2020

### 5.1.1 Questões Informativas

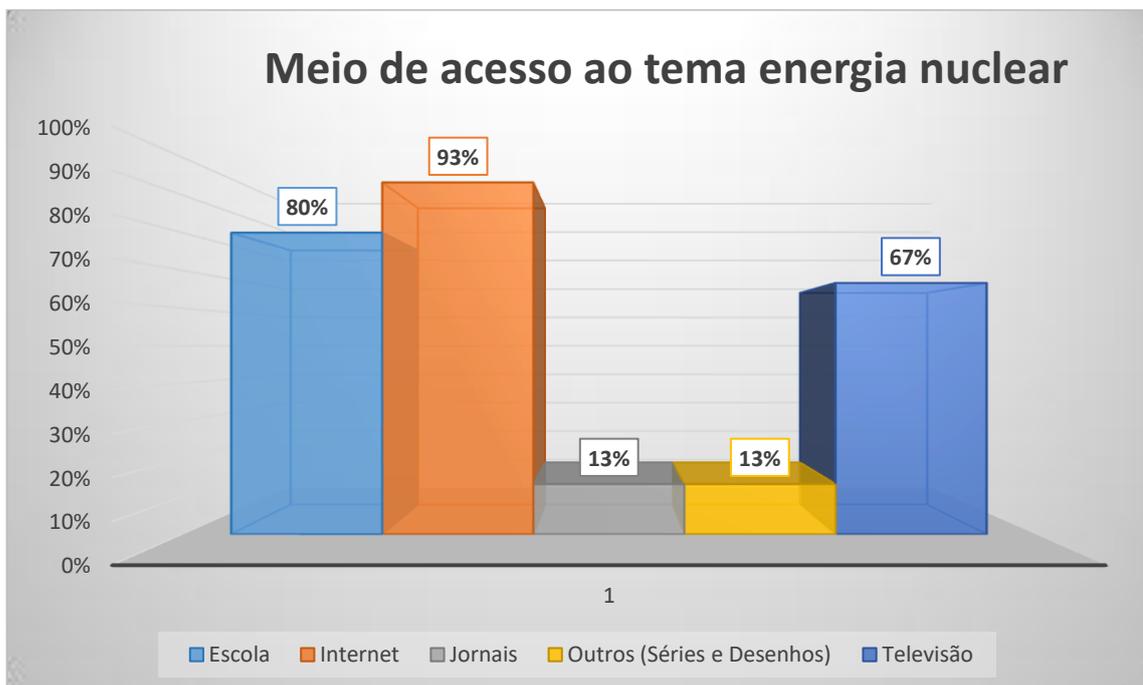
Como pôde ser observado, duas questões foram classificadas como de cunho informativo. A primeira questão foi apresentada apenas no questionário diagnóstico de conhecimento prévio e referia-se ao meio de comunicação ao qual o discente já havia tido acesso a informações sobre o tema “energia nuclear”.

É possível perceber, através das respostas dos alunos, apresentadas no Gráfico 1, que a mídia, através da internet ou televisão, exerce forte influência sobre a divulgação do tema energia nuclear. A internet foi citada por 93% dos alunos quando perguntados sobre os meios de comunicação os quais eles tiveram conhecimento sobre algum conteúdo relacionado ao tema. Apesar disso, a escola foi bastante citada também, com 80% das respostas dos alunos. Entretanto, é importante considerarmos que o público-alvo da pesquisa foram discentes de um segmento profissionalizante do Ensino Médio, relacionados ao curso de meio ambiente, de uma escola técnica federal, localizada no Rio de Janeiro. Dessa forma,

verifica-se uma diferença significativa quando comparado a uma escola de segmento normal, da esfera estadual, localizada também no Rio de Janeiro, como verificamos em Pereira, Filho e Neves (2009). Segundo os autores, 87% dos alunos entrevistados nunca haviam obtido informação sobre a energia nuclear em sala de aula.

Por último, ainda na análise da primeira questão, é interessante destacar também que 13% dos alunos responderam que já tiveram acesso ao assunto através de Séries de TV, como a de Chernobyl, recentemente lançada (em 2019), com direção de Craig Mazin, nos EUA; e através de desenhos, bem como 67% apontou que o conhecimento foi adquirido através da Televisão, demonstrando mais uma vez a influência das TICs na transmissão de conhecimentos. Observou-se que nenhum aluno respondeu que nunca havia tido acesso ao tema.

Gráfico 1: Resposta sobre o meio de acesso ao tema energia nuclear.

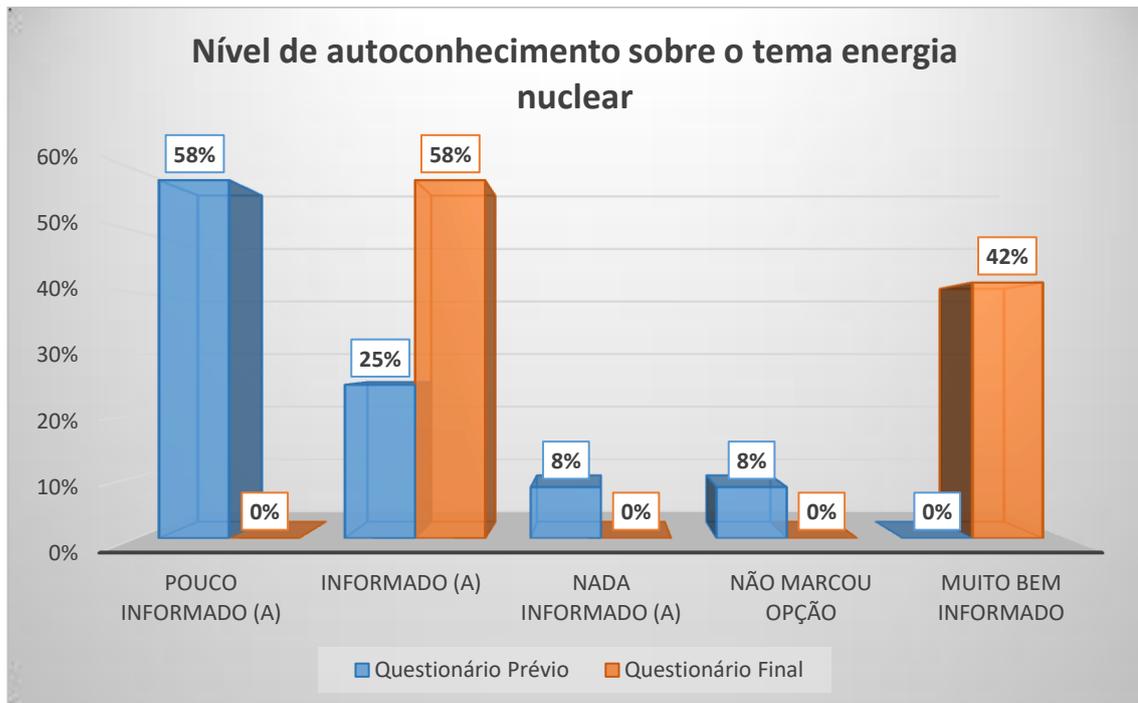


Fonte: a autora, 2020

No tocante à comparação (antes e após a SD) do nível de autoconhecimento sobre o tema Energia Nuclear, observa-se que antes da aplicação da SD, apenas 25% dos alunos se consideravam informados sobre o assunto e nenhum aluno se considerava muito bem informado. Após a aplicação da SD, 58% dos alunos se consideraram informados sobre o assunto e 42% muito bem informados. Destaca-se

que nenhum aluno respondeu as opções "pouco informado" ou "nada informado" após a aplicação da SD. O Gráfico 2 abaixo mostra a comparação, em porcentagem aproximada, sobre o nível de autoconhecimento dos discentes.

Gráfico 2: Resposta sobre o nível de autoconhecimento do tema energia nuclear.



Fonte: a autora, 2020

## 5.1.2 Questões de Conhecimento Técnico

### 5.1.2.1 Questões Objetivas

Tomando por base as 04 questões objetivas de conhecimento técnico acerca da energia nuclear, em que as perguntas buscaram respostas corretas ou erradas, constatou-se que, no tocante ao símbolo relacionado à radioatividade, todos os alunos já sabiam reconhecê-lo antes mesmo da aplicação da SD, o que se considera um ponto bastante positivo, visto a importância de se reconhecer o alerta para locais com a possível presença de radioatividade acima de níveis naturais. Além disso, cabe ressaltar que todos os alunos que participaram do questionário prévio e da SD acertaram todas as respostas do questionário final, referentes às perguntas objetivas, o que pode demonstrar o conhecimento adquirido com a SD acerca dessas questões.

Observa-se no Gráfico 3 o percentual de acertos dos alunos referentes às 04 questões de conhecimento técnico mencionadas. Ressalta-se que, além do reconhecimento do símbolo da radioatividade, as questões, no geral, remetem a conhecimentos sobre as aplicações da energia nuclear. Dentre os campos dessas aplicações, os que menos os discentes demonstraram conhecimento prévio foram o da Agricultura e Alimentos, campos que, de forma direta ou indireta, podem estar relacionados a sua área de atuação profissional futura, como técnico de meio ambiente, bem como a campos de influência de atuação como cidadãos na sociedade.

Portanto, na questão “Você sabe identificar qual desses símbolos abaixo está relacionado com a radioatividade?”, 100% dos alunos marcaram o símbolo do trifólio corretamente, antes e depois do desenvolvimento da SD, o que demonstra o conhecimento dos alunos nessa identificação e seu reforço com as atividades desenvolvidas ao longo da SD. Destaca-se, que esse símbolo foi visualizado pelos alunos na etapa de visita aos laboratórios do IRD. Dessa forma, alerta-se para a importância desse reconhecimento na vida das pessoas.

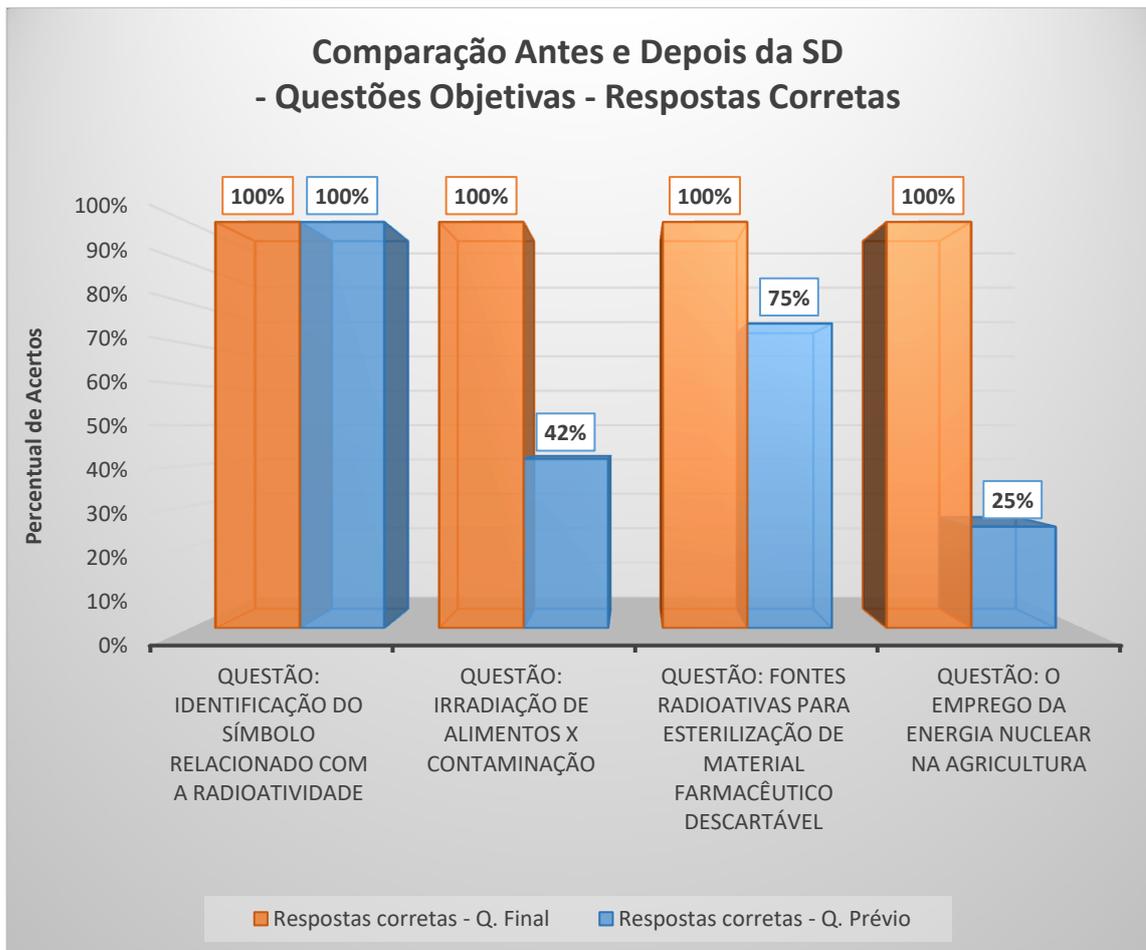
Já na questão “Avalie se concorda com a afirmação: A irradiação de alimentos prolonga a sua durabilidade, no entanto este processo pode contaminar o alimento”, apenas 42% dos alunos acertaram e marcaram que a afirmação era falsa, anteriormente à aplicação da SD, o que apontou para um desconhecimento inicial dos alunos sobre a diferença entre a irradiação e contaminação. Após a SD, 100% dos alunos marcaram a sentença como falsa, corretamente.

No tocante à questão: “Avalie se concorda com a afirmação: A Indústria Farmacêutica utiliza fontes radioativas para esterilizar seringas, luvas cirúrgicas, gaze e material farmacêutico descartável, em geral”, pode-se visualizar que 75% dos discentes concordaram com a afirmação, previamente ao desenvolvimento da SD, o que apontou para um maior conhecimento dos alunos em relação às aplicações da radioatividade no setor industrial. Ressalta-se que 100% dos alunos responderam corretamente após a SD.

Ao considerar a questão sobre a aplicação da energia nuclear no campo da agricultura: “Avalie se concorda com a afirmação: A energia nuclear tem sido bastante empregada na agricultura, especialmente por provocar o aumento da variabilidade genética nas plantas e, portanto, tornar mais

efetiva a busca por melhor produtividade, qualidade e adaptabilidade ao meio ambiente”, verifica-se que foi a que demonstrou o pior desempenho pelos alunos na resposta, com apenas 25% dos alunos respondendo corretamente, assinalando a questão como verdadeira. Entretanto, após a aplicação da SD, 100% dos alunos obtiveram um resultado positivo.

Gráfico 3: Percentual de acertos das questões objetivas antes e depois da SD.



Fonte: a autora, 2020.

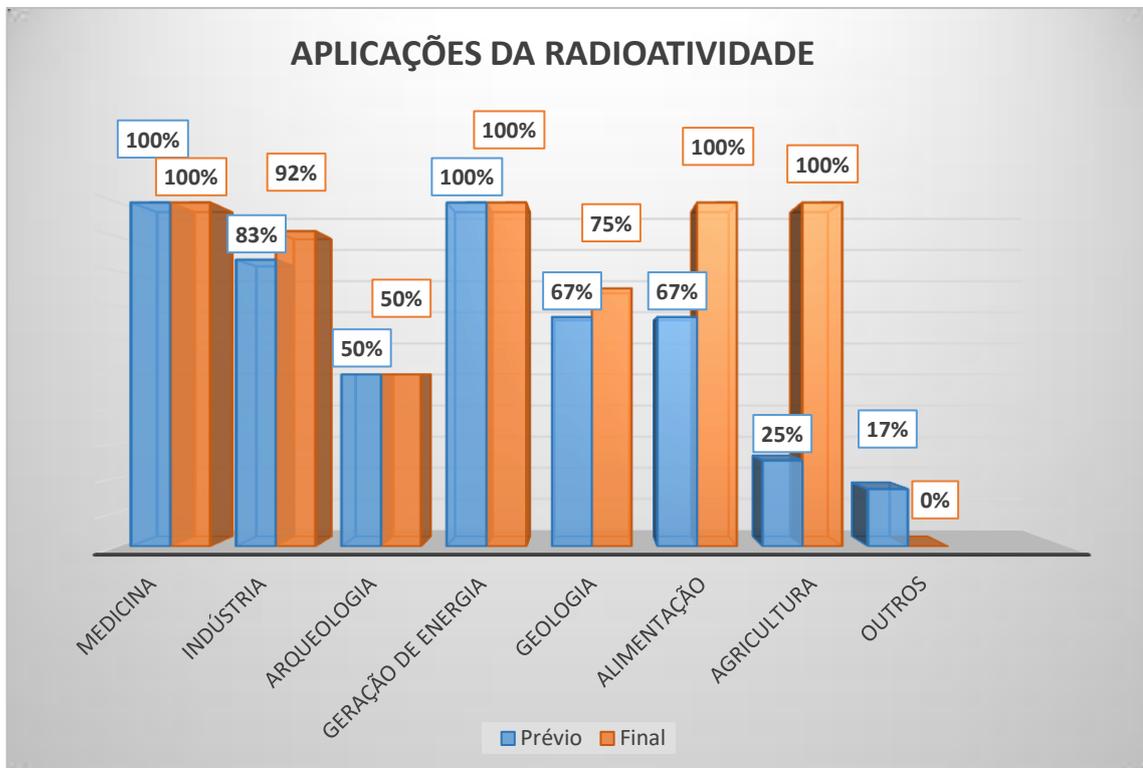
Ainda nessa perspectiva, verifica-se no Gráfico 4, que na questão “Como você acha que a radioatividade está presente em nosso dia-a-dia? Marque a(s) opção(ões) em que você considera que existam aplicações da radioatividade” o campo que se destaca novamente como de não conhecimento dos alunos em relação à aplicação da radioatividade, antes da aplicação da SD, é o da Agricultura.

Dessa forma, anteriormente à aplicação da SD, apenas 25% dos alunos marcaram a Agricultura como campo de aplicação da radioatividade e após o

desenvolvimento da SD todos marcaram esse campo. No campo da Alimentação, observa-se que antes da SD 67% dos alunos tinham conhecimento dessa aplicação. Ao passo que após a SD, esse aprendizado passa a ser significativo, pois todos os alunos marcaram esse campo. Já os campos da Medicina, Geração de Energia e Indústria foram os mais mencionados pelos discentes anteriormente à SD. Ressalta-se também que 17% dos alunos marcaram a opção “outros” e mencionaram a “esterilização de materiais de microbiologia” e “raios solares”.

É importante observar que mesmo após a SD, os campos da Geologia e Arqueologia apresentaram percentuais mais baixos em relação aos demais, apesar de terem sido apresentados aos discentes no desenvolvimento da SD, especificamente no módulo 1, de transmissão do conteúdo sobre radioatividade e energia nuclear. Acredita-se que esse baixo rendimento deve-se a difícil visualização dessas aplicações no cotidiano desses alunos, bem como o não aprofundamento na dinâmica de discussão entre os discentes.

Gráfico 4: Percentual de respostas na marcação de aplicações da radioatividade



Fonte: A autora, 2020.

### 5.1.2.2 Questões Discursivas

Ainda no sentido da busca pelo conhecimento técnico obtido pelos discentes, 02 questões discursivas foram aplicadas e analisadas através da metodologia de análise de conteúdo, de Bardin (2016), com a técnica de análise temática (categorial).

Assim, utilizando como unidades de registros as palavras-chaves das respostas, as quais essas podem ser representadas como unidades de contextos, extraíram-se categorias de acordo com o objetivo e hipóteses propostas na pesquisa.

Em relação à questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?”, observam-se abaixo, na Tabela 5, a análise compilada das respostas obtidas no questionário prévio.

Tabela 5: Categorização da Questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear? ” (Q. Prévio).

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Ideia negativa</b>	“desastres ambientais das usinas” (2); “bombas atômicas” (2); “lixo radioativo” (1); “acidente de Chernobyl” (2); “perigos” (1)	8	32%
<b>Ideia puramente técnica</b>	“fissões nucleares” (5); “Césio 137” (1)	6	24%
<b>Ideia positiva</b>	“forma mais limpa e sustentável de energia” (1)	1	4%
<b>Aplicações da energia nuclear</b>	“navios e submarinos movidos a energia nuclear” (1); “exames de raio-x” (1); “radioterapia” (1); “geração de energia” (2); “usinas” (4);	9	36%
<b>Proteção</b>	“equipamentos de segurança” (1)	1	4%
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>100%</b>

Fonte: A autora, 2020

Conforme pode ser observado, 05 categorias foram definidas tendo em vista conhecer as associações que os alunos fazem quando indagados sobre a energia nuclear. Se possuem ideias positivas ou negativas, se puramente técnicas, se conseguem associá-la às suas aplicações e se possuem preocupação quanto à segurança em relação a ela.

De acordo com a Tabela 5 acima, é possível constatar que 32% das palavras-chaves utilizadas nas respostas remeteram a ideias negativas em relação à energia nuclear, enquanto que apenas 4% referiram-se a ideias positivas. Aspectos como a preocupação com o lixo radioativo, desastres ambientais que podem ser causados pelas usinas, bombas atômicas e o acidente de Chernobyl podem ser ressaltados como ideias negativas relatadas pelos discentes. Observa-se também que alguns alunos relacionaram a pergunta a ideias puramente técnicas, apresentando 24% das palavras-chaves, e que 36% tinham relação com as aplicações da energia nuclear. Apesar de pouca representatividade percentual, é importante destacar que houve resposta que apontou para a preocupação com a segurança e proteção das pessoas quando falamos em energia nuclear. Nesse caso, ao analisar a unidade de contexto, verifica-se que há uma relação direta dessa preocupação com os perigos que a energia nuclear pode oferecer (ideia negativa). Entretanto, embora exista essa relação, cabe esclarecer que a unidade de contexto não foi alocada na categoria “ideia negativa”, pois ela em si não representa essa ideia, apenas induz a um cuidado que de fato deve ser levado em consideração quando se trata do assunto.

Para a mesma questão, respostas foram coletadas após a aplicação da SD, e, portanto, analisadas comparativamente às dadas no questionário prévio. Observam-se abaixo, na Tabela 6, as respostas apresentadas de forma compilada, utilizando as mesmas categorias indicadas anteriormente.

Tabela 6: Categorização da Questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?” (Q. Final).

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Ideia negativa</b>	"fertilizantes" (1); "bombas" (1); "custo mais caro" (1)	3	9%

<b>Ideia puramente técnica</b>	"estabilidade do núcleo atômico" (1); "fissão nucleares" (2); "manipulação do núcleo de específicos núcleos" (1); "fusão nuclear" (1)	5	16%
<b>Ideia positiva</b>	"menos invasiva em aspectos sociais" (1); "menos invasiva em aspectos ambientais" (1); "energia limpa" (1); "tecnologia" (1); "segurança" (1); "inovação" (2); "menos ameaçadora ao meio ambiente" (1); "mais viáveis economicamente" (1)	9	28%
<b>Aplicações da energia nuclear</b>	"conservação de alimentos" (1); "aplicações médicas de investigação" (1); "aplicações médicas de tratamento de doenças" (1); "tratamentos radioterápicos" (1); "controle de pragas" (1); "irradiação de alimentos" (1); "usinas nucleares" (2); "energia elétrica" (2); "utilização de radiofármacos" (2); "âmbitos como alimentícios" (1); "âmbitos como de agricultura" (1)	14	44%
<b>Proteção</b>	"cuidado"	1	3%
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>100%</b>

Fonte: A autora, 2020

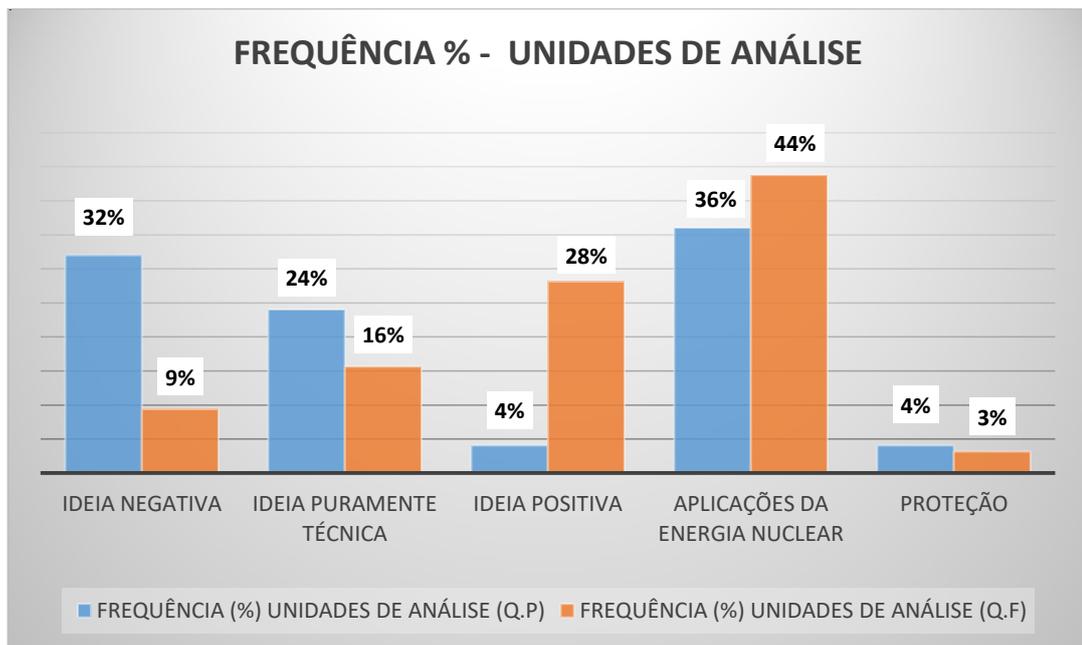
Através da Tabela 6, verifica-se que, após a aplicação da SD, 9% das palavras-chaves foram relacionadas a ideias negativas, contra 28% associadas a ideias positivas. Enquanto que 16% das palavras buscaram ideias puramente técnicas que remetessem à explicação do que vem a ser a energia nuclear e 44% fizeram referências às aplicações da energia nuclear. E não menos importante, 3% buscou apresentar a preocupação com a proteção, "cuidado" com a sua utilização.

Ao comparar o percentual das respostas positivas, antes e pós a aplicação da SD, observa-se uma evolução significativa da contextualização do conceito de Energia Nuclear com o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Cabe destacar o espectro das respostas, onde antes da aplicação da SD, a única ideia positiva estava relacionada ao aspecto ambiental. Após a SD, encontram-se

três aspectos relacionados ao meio ambiente, três aspectos relacionados a tecnologia e um aspecto sócio-econômico, conforme observado na Tabela 6.

Dessa maneira, é possível realizar uma análise de comparação entre as respostas apontadas anterior e posteriormente à aplicação da SD, como mostra o Gráfico 5 abaixo.

Gráfico 5: Comparação da Frequência das unidades de análise da Questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?”



Fonte: A autora, 2020

Destarte, constata-se que houve quase que uma inversão nos valores apresentados em relação às ideias positivas e negativas. Antes da aplicação da SD, predominavam-se ideias negativas, e, após o desenvolvimento da SD, as ideias positivas predominaram, bem como houve um aumento nas associações às aplicações da energia nuclear. Percebe-se nas falas dos alunos a variedade de exemplos das aplicações da energia nuclear em diversos campos após a SD. Antes, mais do que a metade das aplicações mencionadas se referiam apenas à geração de energia elétrica e usinas nucleares e, após, mostraram conhecimento em campos como, por exemplo, o da agricultura, o de alimentos e o da medicina.

Um outro ponto a ser destacado, refere-se à diminuição da frequência das unidades de análise relacionadas às ideias puramente técnicas após a aplicação da SD. Uma possível justificativa está no espectro das respostas, tendo em vista a amplitude e diversificação delas. Antes da SD, os alunos atribuíam

predominantemente a energia nuclear a fissões nucleares, e, após a SD, surgiram também expressões como “estabilidade do núcleo atômico”, “manipulação do núcleo” e “fusão nuclear”. Além disso, uma outra possível justificativa remete à maior associação às aplicações da energia nuclear, as quais foram destacadas ao longo de toda a SD.

Ao analisar a questão “O que você entende por radioatividade?”, buscou-se identificar se os discentes possuíam noção técnica do que fosse a radioatividade, a fim de obter a informação sobre a ideia preestabelecida por eles comparada a proximidade da verdadeira definição. Para tanto, cabe destacar que, segundo o Glossário Técnico da CNEN (CNEN, 201?) a radioatividade é o “Fenômeno natural de decaimento espontâneo ou transmutação de um núcleo atômico instável buscando a estabilidade”. Dessa forma, Cardoso (2012), relata que um núcleo atômico com excesso de energia tende a estabilizar-se emitindo essa energia em forma de partículas ou ondas eletromagnéticas.

Após a análise das respostas e a compilação dos dados, verifica-se, através da Tabela 7, que 03 categorias foram estabelecidas: Energia; Átomos; e Aspectos Negativos ao Ser Humano. As duas primeiras categorias foram determinadas tendo em vista serem palavras essenciais na definição do que é a radioatividade, e a terceira foi extraída das próprias respostas apresentadas.

Tabela 7: Categorização da Questão “O que você entende por radioatividade? ” (Q. Prévio)

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Energia</b>	"liberação de energia" (5); "feixes específicos de energia" (1); "alta energia" (1); "energia que os elementos químicos liberam" (1); "objeto que emite raios"(1)	9	47%
<b>Aspectos negativos ao ser humano</b>	"prejudicial à saúde" "não é algo que tenhamos (o ser humano) como nos proteger 100% dela"	2	11%

<b>Átomos</b>	"atividade nuclear dos átomos" (2); "instabilidade atômica" (4); "partículas que são emitidas por um átomo" (1); "fissão de núcleo de átomos" (1)	8	42%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100%</b>

Fonte: A autora, 2020

Dessa maneira, observa-se que, com o percentual demonstrado de quase 90% de frequência das palavras utilizadas pelos discentes envolverem as palavras “energia” e “átomos”, é possível inferir que os alunos possuem ideia do que vem a ser a radioatividade. Nesse sentido, as respostas que abrangeram a questão da liberação de energia e a instabilidade atômica são exemplos que comprovam essa percepção.

Contudo, ao realizar uma análise mais minuciosa das respostas, percebe-se que houve uma certa imprecisão e colocação equivocada de termos na maioria das respostas, como, por exemplo, “entendo como um objeto...”, “é a característica de um material...”, “está ligada à...”, “tenho como entendimento estar relacionado à...”.

A fim de proceder com uma comparação sobre o entendimento dos alunos após a SD, com as respostas apresentadas, elaborou-se a Tabela 8 abaixo, com os dados compilados, onde é possível constatar que 95% das palavras-chaves utilizadas na definição envolveram a ideia de emissão de energia e atividade nuclear de um átomo instável em busca de estabilidade. Ressalta-se que dessa vez não houve em nenhum momento a correlação da radioatividade com algo prejudicial, como no questionário prévio, contudo, houve a correlação com algumas finalidades da radioatividade, como a sua utilização nos campos alimentício e medicinal, bem como a sua relação com fins econômicos.

Importante destacar que na análise minuciosa dessas respostas, verifica-se uma maior assertividade nos termos utilizados, além de maior precisão na elaboração das respostas. Essa percepção pode ser observada tendo em vista a definição científica colocada pelo Glossário Técnico da CNEN (CNEN, 201?) e através da ausência de termos que demonstram incerteza na elaboração das respostas, como exposto na primeira análise. Nota-se que houve uma melhora no

desenvolvimento das respostas, considerando termos técnicos utilizados e respostas mais robustas.

Tabela 8: Categorização da Questão “O que você entende por radioatividade?” (Q. Final)

CATEGORIAS	EXEMPLOS	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Energia</b>	"É a energia emitida" "liberando radiação" "Energia ionizante " "energia liberada " (2) "precisam liberar uma certa energia" "Energia nuclear que é liberada"	7	35%
<b>Aplicações da radioatividade</b>	"para determinados fins, econômicos, alimentícios, medicinais"	1	5%
<b>Átomos</b>	"elementos instáveis a nível nuclear" "átomo em busca de estabilidade" "Átomos com núcleo instável" (2) "manipulação do núcleo do átomo" "átomos instáveis decaem" "radioisótopos na tentativa de estabilização energética" "Partículas emitidas por um radionuclídeo (átomo instável)" "desequilíbrio entre o número de nêutrons e prótons no núcleo de um átomo" "núcleo instável"	12	60%

"busca de um átomo instável por uma maior estabilidade"		
"São átomos em 'desequilíbrio'"		
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fonte: A autora, 2020

As próximas duas questões analisadas tiveram como objetivo obter uma avaliação pessoal dos alunos, suas opiniões, em torno de questões que envolvessem os aspectos político, econômico, ambiental e social na utilização da energia nuclear e suas aplicações.

Para a questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade”, as Tabelas 9 e 10 foram construídas a fim de analisar as opiniões dos alunos previamente à aplicação da SD e posteriormente a essa. As categorias definidas para a análise foram: “Não interessante para a sociedade” e “Ambientalmente favorável”, como podemos visualizar abaixo.

Tabela 9: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade” (Q. Prévio).

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Não interessante para a sociedade</b>	"logística muito cara"; "longo tempo de planejamento prévio"; "grande parte das atividades possuem determinada pegada ambiental"; "muito perigosa se manuseada de forma incorreta"; "seus resíduos não podem ser tratados"; "falta de descarte adequado do material radioativo"; "muito perigosa se descartada de forma incorreta"; "se o armazenamento do lixo produzido não for correto, pode trazer problemas "; "pode gerar grandes	14	63,6%

	desastres ao meio ambiente e humanidade"; "problemas com os meios de segurança"; "causar acidentes" (2); "resíduos nucleares são riscos ambientais preocupantes"; "não se toma os cuidados necessários com as consequências do uso da energia nuclear"		
<b>Ambientalmente favorável</b>	"material contaminado em momento algum é exposto ao meio ambiente"; "é uma energia limpa"; "não produção de gases poluentes"; "é um método com inúmeras medidas de segurança"; "opção mais sustentável "; "interessante para a sociedade porque não depende de fatores ambientais"; "ótima opção energética"; "energia interessante para a sociedade";	8	36,4%
<b>TOTAL</b>		22	100%

Fonte: A autora, 2020.

Tendo em vista o quadro apresentado, é possível constatar que 63,6% das unidades de análise utilizadas nas respostas dos alunos se referiram a aspectos que demonstraram que a energia nuclear não é interessante para a sociedade, enquanto que apenas 36,4% apontaram para a ideia de que a energia nuclear é uma opção ambientalmente favorável.

Observa-se que a maioria das preocupações relatadas pelos alunos, para que a energia nuclear não seja interessante no ponto de vista deles, abordaram questões como a segurança no descarte e armazenamento dos resíduos radioativos, com implicações negativas para o meio ambiente e humanidade. Além disso, foram mencionados os receios com a ocorrência de acidentes; com a utilização e manuseio da energia nuclear, a logística cara envolvida, e o longo tempo de planejamento prévio na utilização da energia nuclear como opção energética.

Diferentemente das constatações anteriores, após a aplicação da SD, o quadro de análise, basicamente, se inverteu, como pode ser verificado na Tabela 10.

Tabela 10: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade” (Q. Final).

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Não interessante para a sociedade</b>	"seus processos podem ocasionar aquecimento dos corpos d'água nas redondezas, ferindo a biota aquática"; "não há um descarte efetivo de seus resíduos...prejudicar o meio ambiente"; "o único problema é a geração de material levemente radioativo, que é descartado em grandes depósitos"; "é preciso o estudo de mitigação de impactos"; "possuir rejeitos radioativos"; "produzindo resíduos radioativos que continuam potencialmente impactantes por um longo tempo";	6	27,3%
<b>Ambientalmente favorável</b>	"é menos invasiva "; "é a com menor impacto ambiental"; "material radioativo não fica exposto"; "não necessita de grandes territórios "; "energia limpa" (3); "o espaço e recursos utilizados para produzir energia nuclear são pequenos"; "não liberar gases do efeito estufa"; "não depender de água no processo de produção de energia elétrica"; "possui poucos impactos ambientais comprovados"; "uma opção energética consideravelmente limpa, que não produz gases do efeito estufa"; "uma energia que não libera CO2 à atmosfera, sendo assim, sustentável"; "bem interessante para, principalmente, o futuro da sociedade"; "a pegada ecológica é de fato mínima"; "impactos ambientais podem ser controlados";	16	72,7%
<b>TOTAL</b>		22	100%

Fonte: A autora, 2020.

A análise apontou que 72,7% das unidades extraídas das respostas englobaram entendimentos convergentes no sentido de considerar a energia nuclear ambientalmente favorável e apenas 27,3% manteve a concepção de que ela não é interessante para a sociedade.

Dentro da perspectiva de ambientalmente favorável, os alunos citaram a energia nuclear como uma energia limpa, com a não liberação de gases que contribuam para o efeito estufa, sustentável, menos invasiva, com poucos impactos

ambientais e que podem ser controlados, além de interessante também para o futuro da sociedade.

A evolução do conceito de energia nuclear, ao longo da aplicação da SD, adquirido pelos alunos foi direcionando, sobretudo para um aspecto ambientalmente favorável. Isso foi observado nas ideias positivas citadas nas respostas da questão “O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear” (Questão 3 – apêndice G) e ratificado ao comparar as tabelas 9 e 10. Antes da SD, 36,4% das palavras-chaves mencionadas reforçaram o aspecto positivo, enquanto que após a SD, esse percentual foi aumentado para 72,7%. Além desse aumento expressivo, vale reforçar a amplitude de conteúdos mencionados após a SD. Efeito estufa e a não dependência de água para a geração de energia elétrica apareceram como palavras-chaves nos aspectos positivos para o meio ambiente gerado pela energia nuclear.

Ainda neste viés de captar a avaliação pessoal dos alunos em relação à energia nuclear com a sociedade, a questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas” também foi pauta dos questionários.

Através da Tabela 11, verifica-se que os discentes, previamente à construção do conhecimento com a SD, mantinham uma posição bem dividida, e alguns até sem opinião, quando questionados sobre a decisão de continuidade dos investimentos por parte do governo em usinas nucleares e instalações radiativas. Para tanto, 3 categorias foram definidas para a análise: “Sem opinião”; “Ideias contrárias ao investimento”; “Ideias favoráveis ao investimento”.

Tabela 11: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas” (Q. Prévio).

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
Sem opinião	"não sei"; "talvez"	2	7,7%

<b>Ideias contrárias ao investimento</b>	"embora o resíduo das usinas nucleares seja um problema"; "Caso promova formas eficientes de descarte"; "caso não prejudique as populações próximas a usina"; "consequências nocivas desta atividade"; "seria um investimento bem alto"; "já temos outras opções de geração de energia, que deveriam ser aprimoradas"; "se ela evoluir para deixar de ser algo com algum potencial risco de dar errado"; "seu lixo puder ser tratado"; "energia com custo-benefício alto"; "os potenciais riscos da energia nuclear sejam combatidos"; "área com uma visão negativa mostrada pela mídia"; "pensar na segurança e consequência"	11	42,3%
<b>Ideias favoráveis ao investimento</b>	"a energia nuclear é uma ótima alternativa para a matriz energética brasileira"; "seria recomendável instalações"; "pode ser válido, mas não ser tomado como prioridade"; "maior conhecimento"; "a pesquisa é primordial para aumentar a segurança"; "baratear os custos do processo"; "seria muito bom"; "é importante investir em pesquisas que podem trazer benefícios à sociedade a longo prazo"; "é importante que os investimentos sejam mantidos"; "há potencial para uma geração de energia limpa"; "e produtiva"; "é importante o investimento nelas"; "concordo"	13	50,0%
<b>TOTAL</b>		26	100%

Fonte: A autora, 2020.

As respostas abrangeram ideias favoráveis ao investimento, na proporção de 50%, ao passo que 42,3% indicaram ideias contrárias a esse investimento, e 7,7% não tiveram opinião formada.

Ao apurar mais detalhadamente, nota-se que diversas unidades de análise foram relatadas como fatos condicionantes que apresentaram diversas vezes a ideia contrária/negativa para contrapor com uma ideia favorável ao investimento. Mais uma vez, o resultado mostra uma preocupação significativa desses discentes quanto às consequências nocivas que podem ocorrer, quanto ao descarte dos resíduos radioativos, dos potenciais riscos, da segurança da população que vive próximo à usina e de maneira geral, custo-benefício alto do investimento, entre outros. Em contrapartida, manifestaram importância no investimento, alegando, por exemplo, que pesquisas e estudos trazem maiores conhecimentos, mais segurança e trazem benefícios à sociedade em longo prazo.

Após a SD, não houve nenhuma resposta sem opinião formada acerca do

assunto, todas apresentaram tomada de decisão, além de as ideias contrárias ao investimento reduzirem para 17,6%, e as ideias favoráveis passarem para 82,4%, conforme Tabela 12.

Tabela 12: Categorização da Questão “Avalie se concorda com a afirmação e explique: O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas” (Q. Final).

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Sem opinião</b>		0	0,0%
<b>Ideias contrárias ao investimento</b>	"carregam o peso de um tabu na sociedade"; "Caso a localização seja propícia"; "um descarte efetivo"; "investimentos que demoram para serem reembolsados"; "direito à acessibilidade com segurança "; "devidas fiscalizações do povo";	6	17,6%
<b>Ideias favoráveis ao investimento</b>	"apresentam grandes vantagens em diversos campos da sociedade"; "como a agricultura"; "medicina"; "geração de energia "; "setor farmacêutico"; "podem impulsionar o país "; "podem ser aplicadas nas mais diversas áreas"; "seu uso geraria benefícios"; "apresenta um número maior de vantagens do que desvantagem"; "é ambientalmente favorável "; "eficiente também"; "é uma conquista da humanidade"; "para viabilizar os custos"; "haver mais formas benéficas de utilizá-la"; "potencial tão grande em relação a benefícios à sociedade "; "valorizar o mercado interno do país"; "torná-lo independente de exportações"; "energia limpa"; "gera muito pouco impacto ambiental"; "é vital"; "traz consigo investimento"; "desenvolvimento em educação"; "desenvolvimento em tecnologia"; "desenvolvimento em ciência"; "a energia serve de base para as indústrias"; "agricultura"; "medicina"; "Os impactos são mínimos"	28	82,4%
<b>TOTAL</b>		34	100%

Fonte: autora, 2020.

Salienta-se que favoravelmente ao investimento, os argumentos utilizados se referiram a diversos aspectos, como: benefícios das múltiplas aplicações da energia nuclear no campo da medicina, agricultura, indústrias, entre outros; ambientalmente favorável; valorização do mercado interno do país; mais vantagens do que desvantagens; e desenvolvimento em educação, ciência e tecnologia. Esse

resultado está em concordância com Paniagua, Silva e Machado (2013) que investigou a relação entre as Usinas Nucleares e suas contribuições nas ações sociais, econômicas e ambientais. Segundo as autoras, mais de 70% das entrevistas responderam que a relação é positiva, porém poucos sabiam falar sobre as contribuições, demonstrando falta de conhecimento consistente acerca da temática.

A questão “Comente se você gostou da SD apresentada, elencando os pontos mais significativos da SD que contribuíram para o entendimento do tema”, última questão classificada como de avaliação pessoal, almejou adquirir um *feedback* a respeito da SD desenvolvida e aplicada aos alunos.

Tendo em vista que essa questão é composta por 2 perguntas, a análise foi realizada separadamente. A primeira objetivou o *feedback* dos alunos em relação a terem gostado ou não da SD desenvolvida, e por esse ângulo, todos os alunos, apresentaram respostas com *feedbacks* positivos, como: "Gostei bastante"; "Muito boa a SD"; "experiência excelente"; "perfeita"; "bem importante". Já no tocante à segunda pergunta, esperou-se que os alunos apontassem os pontos mais significativos na SD. Dessa forma, 5 categorias foram definidas após a leitura das respostas, vide Tabela 13.

Tabela 13: Categorização da Questão “Comente se você gostou da SD apresentada, elencando os pontos mais significativos da SD que contribuíram para o entendimento do tema”.

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Aspectos da comunicação do conteúdo</b>	"leveza ao discurso"; "criatividade para apresentar o conteúdo"	2	6,1%
<b>Estratégias de ensino</b>	"a apresentação de vídeos"; "quiz competitivo como estratégia de incentivo"; "discussões em turma"; "experiências didáticas"	4	33,3%

	"visita ao IRD"; "visita ao IRD (boa)"; "visita técnica ao IRD foi ótima"; "visita aos laboratórios e a prática realizadas no IRD foram ótimas"; "(gostei ainda mais) da visita técnica"; "ter contato com laboratórios"; "demonstrando o trabalho prático na área";	7	
<b>Novas perspectivas de trabalho</b>	"nos apresentado um novo campo de pesquisa e trabalho"	1	3,0%
<b>Aprendizagem</b>	"possibilitaram maior entendimento"; "maior compreensão"; "esclarecimento"; "expandiu meu horizonte"; "entender melhor as aplicações"; "como a radiação e sua utilização podem impactar o meio ambiente"; "visualização das aplicações do tema"; "aprimorou meus conhecimentos"; "quantidade de informações abordadas"; "descoberta de processos que envolvem a radioatividade"	10	30,3%
<b>Desmitificação da energia nuclear</b>	"a radioatividade pode trazer benefícios à sociedade"; "baixa quantidade de desvantagens "; "não contaminam o meio ambiente"; "energias limpas e de qualidade"; "lados positivos do emprego da energia nuclear"; "perder essa vista que só é algo perigoso e mortal"; "desmistificação das partes negativas da energia nuclear"; "a radiação é benéfica tanto economicamente"; "quanto ambientalmente";	9	27,3%
<b>TOTAL</b>		33	100%

Fonte: A autora, 2020.

Percebe-se que os pontos considerados mais significativos pelos alunos na SD se referiram às estratégias de ensino utilizadas, dando destaque para a visita técnica realizada, juntamente com a atividade prática exercida pelos alunos, no módulo 2 da SD, de utilização de espaço não formal de educação. Cabe salientar a menção também ao Quiz, aos vídeos transmitidos e às discussões em turma que foram incentivadas ao longo da SD. Logo, é possível deduzir que a estratégia de utilizar um espaço não formal de educação, bem como a utilização de TICs e incentivo aos debates e reflexões dos alunos, com envolvimento ativo, de participação desses discentes, no processo de ensino-aprendizagem foi considerado bastante relevante na abordagem do conteúdo.

Desse modo, o espaço não formal e a prática foram estratégias positivas do ponto de vista desses discentes, o que leva a acreditar que a teoria e a prática devem caminhar em conjunto, bem como as diferentes metodologias, como Moran

(2013) retrata. E, ainda, as metodologias ativas acabaram por motivar os alunos, uma vez que a aprendizagem foi focada no aluno, com o envolvimento do discente no processo e incentivo ao diálogo, conforme foi observado em Moran (2013). Ainda segundo o autor, esse tipo de metodologia proporciona uma aprendizagem mais profunda.

Nesse diapasão, verifica-se que em segundo lugar com maior frequência de unidades de análise observadas encontra-se a categoria definida como de aprendizagem. Embora a aprendizagem possa ter um conceito muito amplo, com diferentes concepções, ela foi definida aqui no sentido de adquirir maior conhecimento, expandir o entendimento e compreensão do conteúdo em tela, aprimorar os conhecimentos já existentes e ampliar a visualização de múltiplas dimensões envolvidas no objeto de estudo. Os discentes salientaram o quanto a SD foi relevante nesse aspecto, o que corrobora com o objetivo geral da pesquisa.

Outra categoria em evidência foi a desmitificação da energia nuclear, que também se relaciona a um dos objetivos específicos desse estudo. Os alunos trouxeram colocações benéficas sobre a energia nuclear, apontando a existência de mais vantagens do que desvantagens em sua utilização. Logo, acredita-se que com a abordagem de riscos e benefícios da energia nuclear durante a SD, e de todo o trabalho de monitoração, controle e segurança dos processos que envolvem a sua utilização e que foram demonstrados, alcançou-se o objetivo esperado.

Os aspectos da comunicação do conteúdo e novas perspectivas de trabalho foram as duas outras categorias definidas, que embora com poucos pontos a serem ressaltados, se faz relevante apresentar. Elogios foram feitos no tocante à aplicação da SD, com a construção do conhecimento utilizando-se de discursos leves e com criatividade nas atividades desenvolvidas e a apresentação de um campo profissional antes desconhecido por muitos.

## **5.2 Questionário da Visita Técnica**

Ao término da visita técnica realizada com os alunos, um outro questionário composto por 10 questões, Apêndice H, foi aplicado a fim de avaliar a atividade. O tipo de medição utilizado para conhecer a opinião dos alunos, foi a escala Likert, com a apresentação de níveis de concordância e discordância dos aspectos avaliados.

Nessa etapa, participaram um total de 10 alunos e através da Tabela 14 as respostas compiladas até a questão 9 podem ser visualizadas em nível percentual. A questão 10, como foi avaliada tomando por base uma escala numérica de 1 (um) a 5 (cinco), como nota atribuída à visita de forma geral, foi analisada separadamente, conforme Gráfico 6.

Tabela 14: Respostas ao questionário de avaliação da visita

Aspectos avaliados	Percentual de respostas				
	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indeciso	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1 - A visita contribuiu para melhorar o seu nível de conhecimento sobre a energia nuclear e suas aplicações.	-	-	-	20,0%	80,0%
2 - Os conhecimentos transmitidos foram adequados as suas necessidades de estudo e/ou trabalho.	-	-	10,0%	20,0%	70,0%
3 - Os técnicos responderam às perguntas de forma atenciosa e apropriada.	-	-	-	10,0%	90,0%
4 - A visita realizada proporcionou uma maior motivação por parte dos alunos.	-	-	-	40,0%	60,0%
5 - As atividades práticas realizadas contribuíram para melhor entender os conteúdos disciplinares teóricos.	-	-	-	10,0%	90,0%
6 - A visita permitiu observar as aplicações da radioatividade e contextualizá-las com o meu cotidiano.	-	-	10,0%	30,0%	60,0%
7 - A visita permitiu conhecer alguns cuidados de proteção radiológica com o meio ambiente e sociedade, em decorrência das aplicações da radioatividade.	-	-	-	10,0%	90,0%
8 - A visita contribuiu para visualizar a relação entre a ciência, tecnologia, sociedade e meio	-	-	-	40,0%	60,0%

ambiente.					
9 - A visita possibilitou vislumbrar um novo campo profissional.	-	-	20,0%	-	80,0%

Fonte: A autora, 2020.

De acordo com a Tabela 14, constata-se que três aspectos avaliados ficaram em grande evidência positivamente, onde 90% dos alunos concordaram totalmente com as afirmações: de que os técnicos que conduziram a visita responderam às perguntas de forma atenciosa e apropriada; de que as atividades práticas contribuíram para melhor entender os conteúdos disciplinares teóricos acerca do tema; e de que a visita permitiu conhecer os cuidados de proteção radiológica tomados com o meio ambiente e sociedade.

Assim, compreende-se que os conteúdos os quais permitem uma discussão em torno da realidade concreta do aluno devem ser enriquecidos com visitas às localidades abordadas, como apontou Libâneo (1994). O fato de os discentes considerarem a visita ao IRD, com atividades práticas, uma contribuição para o melhor entendimento dos conteúdos disciplinares teóricos corrobora com essa ideia. E ainda, pode-se extrair que 80% dos alunos concordaram totalmente que a visita contribuiu para um melhor entendimento do conteúdo sobre energia nuclear e suas aplicações, apontando que os espaços não formais são espaços estimulantes que podem ser um relevante cenário para a aprendizagem, segundo Carbonell (2002).

Ao afirmar que a visita permitiu o conhecimento sobre a proteção radiológica com o meio ambiente e sociedade acredita-se que foi possível alcançar o objetivo de introduzir durante essa etapa a reflexão sobre a preocupação com o meio ambiente e sociedade, entendendo a relação entre as dimensões CTSA. Embora na questão 8, 40% dos alunos tenham concordado parcialmente com essa contribuição de forma direta, ainda assim, 100% deles concordaram, e analisando as duas questões interligadas, ratifica-se esse entendimento.

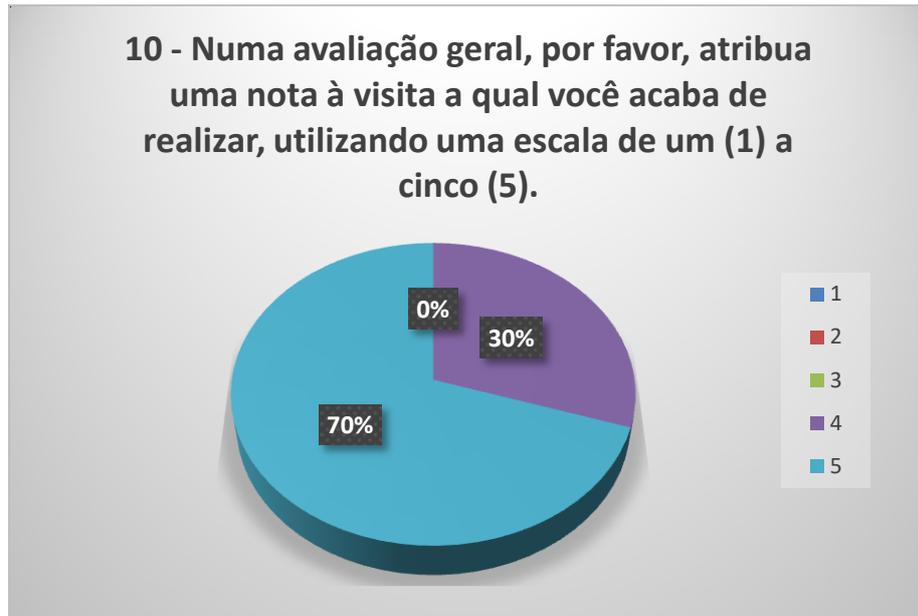
Outros três aspectos que chamaram a atenção dizem respeito a serem os únicos a terem respostas marcadas, mesmo sendo apenas de 10 ou 20% dos alunos, no nível de indecisão, já que todos os outros aspectos tiveram 100% de concordância. Dois deles relacionam-se de certa forma no mesmo sentido: à adequação dos conhecimentos às necessidades de estudo e/ou trabalho do discente,

e à visualização de um novo campo profissional através da visita. Não é possível admitir com precisão a razão pela qual a resposta de indecisão foi dada, entretanto, existe a possibilidade de ter sido por não vislumbrar essa área como de seu interesse de estudo e/ou profissional. A outra questão demonstra que 10% dos alunos mostrou-se indeciso quanto à visita ter permitido observar as aplicações da radioatividade em seu cotidiano.

Apesar disso, 80% dos alunos concordaram totalmente em a visita ter possibilitado vislumbrar um novo campo profissional, e é relevante ressaltar que durante a visita foram articulados conhecimentos de interesse do campo profissional de um técnico de meio ambiente, como a teoria e prática sobre coleta de materiais ambientais. Além disso, 90% dos alunos indicaram concordar que a visita possibilitou visualizar as aplicações da radioatividade em seus cotidianos, indo ao encontro com a ideia de uma educação geral. Assim, esta pesquisa procurou-se integrar a educação geral com a profissional, pois para uma educação integral como aponta Ciavatta (2005), é necessário que essas educações sejam inseparáveis em todos os campos onde se dá a preparação para o trabalho.

A questão 10, última do questionário, solicitava que atribuíssem uma nota geral para a visita, dentro de uma escala de 1 (um) a 5 (cinco), e como pode ser visto no Gráfico 6, 70% dos alunos conferiu nota máxima (5) e 30% nota 4, o que expressou um resultado bem satisfatório com a realização desta etapa da visita.

Gráfico 6: Avaliação Geral da Visita



Fonte: autora, 2020.

No espaço aberto para comentários no questionário, alguns alunos quiseram expor com suas palavras algumas opiniões sobre a visita. Surgiram comentários satisfatórios que atestaram como uma boa estratégia a etapa da visita como: " Adorei a visita técnica e fiquei interessada na oportunidade de estágio, pois é uma área que gostei."; e " Muito interessante o trabalho desenvolvido, é uma área pouco conhecida, mas que dialoga fortemente com o curso." E comentários também satisfatórios, mas que podem ser levados como sugestão para as próximas aplicações: " Achei muito interessante o fato de colocar alunos realizando práticas de coleta de material, uma pena que somente 2 alunos puderam fazer."; e " Na 10 não foi 5 pela palestra muito extensa."

### 5.3 Produção Final

No módulo de Produção Final, como forma de os alunos colocarem em prática o que aprenderam durante a SD e ainda serem avaliados, como orienta Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) que se faça nessa etapa, foi sugerido aos alunos que se reunissem em grupos para refletirem e discutirem perguntas norteadoras de áreas de aplicações da radioatividade, conforme Apêndice I. Assim, como resultado dessa reflexão, deveriam trabalhar em equipe na produção e entrega de um texto sobre a área definida para seu grupo. Ressalta-se que nesse módulo 13 alunos participaram da produção, sendo 3 grupos com 3 e 1 grupo com 4 alunos e a análise

dos textos se deu pela metodologia de análise de conteúdo, de Bardin (2016).

Nota-se que alguns objetivos foram esperados com essa avaliação, de forma alinhada aos objetivos geral e específicos desta pesquisa. Almejou-se proporcionar uma reflexão nos alunos acerca dos riscos e benefícios das aplicações da energia nuclear, levando-os a relacionar a Ciência e a Tecnologia com os aspectos da sociedade e do meio ambiente. Além disso, promover um debate em grupo, que motivasse o trabalho em equipe e avaliasse o poder de concisão do grupo na confecção do texto.

Destarte, ao analisar o primeiro texto, correspondente ao grupo com a incumbência de abordar questões relativas às aplicações da radioatividade na área da Medicina, quatro categorias foram estipuladas a *posteriori*: Aplicações da radioatividade na sociedade; Benefícios no campo da medicina; Explicação técnica; e Desconhecimento da radioatividade e sua aplicação, vide Tabela 15. Salienta-se que foram fornecidas as seguintes perguntas norteadoras para a elaboração do texto: Qual a importância da radiação para a área médica? Considere os aspectos positivos e negativos da sua utilização.

Tabela 15: Categorização da Redação 1 – Área Medicina.

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Aplicações da radioatividade na sociedade</b>	"a radioatividade é aplicada em diversos aspectos na vida humana"; "emissão de diagnósticos como raio-x"; "terapias para doenças baseadas numa mutação genética"; "a radioterapia para o câncer"; "produção de radiofármacos"	5	31,25%
<b>Benefícios no campo da medicina</b>	"o uso dessa forma de energia busca facilitar a vida da sociedade"; "a radioatividade vem para inovar"; "e revolucionar a física médica"; "importância dessa atividade para o meio medicinal"; "sua carga benéfica é triunfante sobre a hipótese de possíveis desvantagens"	5	31,25%

<b>Explicação técnica</b>	"Radiofármacos são medicamentos que detém um elemento radioativo em sua composição"; "Samario – 153, utilizado na terapia da dor provocada pela metástase óssea"; "malefícios estão relacionados à dosagem biológica que um organismo está apto para receber"; "costuma manter um padrão que torna mínimo, quiçá nulos, os danos causados"	4	25,0%
<b>Desconhecimento da radioatividade e sua implicação</b>	"a atividade radiológica pode ser descrita como pouco conhecida"; "questionamentos acerca dos males"	2	12,5%
<b>TOTAL</b>		16	100%

Fonte: A autora, 2020.

Ao ler o texto produzido pelo grupo, é perceptível o entendimento dos alunos quanto ao conteúdo do tema sugerido. Em torno de 63% da redação observa-se o uso de unidades de análise que retratam os diversos tipos de aplicações dentro do campo da medicina, como a radioterapia, a produção de radiofármacos e diagnósticos como raio-x, e os variados benefícios que elas trazem para a sociedade.

Em 25% da redação evidencia-se o uso de explicações técnicas que foram aprendidas durante a SD desenvolvida, como, por exemplo, o que seria um radiofármaco, para que servem alguns tipos deles, especificamente, e a abordagem sobre a dosagem utilizada para que o objetivo seja alcançado com os mínimos danos.

Verifica-se que a última categoria definida apresentou a preocupação dos alunos em relação ao desconhecimento da população relativo à radioatividade e, com isso, os questionamentos dessas pessoas sobre os males que ela pode causar. Mostra-se com isso a importância de uma SD com essa temática para a formação dos cidadãos.

Um fato curioso que chamou a atenção na análise foi a ausência de abordagem acerca dos aspectos negativos, dos riscos, da utilização dessas aplicações, mesmo que tenha sido sugerido pela pergunta norteadora. Esse fato pode ter ocorrido devido aos alunos terem considerado que essas aplicações não possuem aspectos negativos em suas visões ou por terem considerado mais relevantes os aspectos positivos do que os riscos que eles apresentam.

A redação 2, correspondeu ao grupo que teve como tema as aplicações no

campo da Agricultura. As perguntas norteadoras para que os alunos refletissem foram: Onde a radiação é utilizada na agricultura? Qual o impacto econômico e ambiental de sua utilização?

Logo, por meio da leitura, as categorias foram determinadas no mesmo sentido que a primeira redação, e assim também para todas as produções, de forma que elas pudessem ser as mais próximas possíveis para o mesmo tipo de análise. Assim sendo, retrata-se a Tabela 16 com a compilação e análise dos dados.

Tabela 16: Categorização da Redação 2 – Área Agricultura.

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Aplicações da radioatividade na sociedade</b>	"radiação pode ser utilizada para meios pacíficos"; "utilizada na agricultura"; "usados na agricultura aplicando mutações genéticas como na soja, milho e algodão"; "utilizadas no controle de pragas"; "irradiação de seus progenitores"; "controle de qualidade de fertilizantes";	6	24,0%
<b>Benefícios no campo da agricultura</b>	"utilizada com eficiência"; "segurança"; "boas perspectivas econômicas"; "descoberta dos benefícios dos radionuclídeos"; "os alimentos transgênicos são mais resistentes a pragas e herbicidas"; "mais produtivos"; "reduzindo custos"; "aumentando também seus valores produtivos"; "diminui a população da praga"; "tende a perspectivas econômicas positivas"; "inovação tecnológica"; "demanda tecnocientífica"; "trazendo para a economia brasileira independência"; "e crescimento econômico"; "tornar o país numa potência agroexportadora"	15	60,0%
<b>Explicação técnica</b>	"a prole é infertilizada"; "determinar a quantidade de fósforos disseminados no solo";	2	8,0%
<b>Visão histórica negativa da radioatividade</b>	"fato histórico que associou atividade de radioativos à destruição em massa"; "as bombas de Hiroshima e Nagasaki são uma ferida aberta na história da humanidade";	2	8,0%
<b>TOTAL</b>		25	100%

Fonte: A autora, 2020.

O resultado indicou que os alunos souberam expor variadas aplicações da radioatividade no campo da Agricultura, mencionando o controle de pragas, o

controle de qualidade de fertilizantes, a mutação genética nas plantas, e 60% das unidades de análise se basearam nos benefícios advindos dessas aplicações. Os benefícios relatados se associaram às dimensões econômicas, ambientais, tecnológicas e, de certa maneira, sociais, ao pensarmos nas implicações de todas essas dimensões.

Apesar de pouca representatividade percentual na análise retratada na Tabela 16, a explicação técnica por parte dos alunos chamou bastante atenção, pois demonstrou a compreensão de como são utilizadas algumas técnicas, através de termos específicos. Eles mencionam a infertilização da prole por meio da irradiação dos progenitores no controle de praga, e, ainda, o processo realizado no controle de qualidade dos fertilizantes, ao explicar que através da radiação há a determinação da quantidade de fósforo no solo para que haja esse controle.

A última categoria, classificada com uma nomenclatura diferente da última da redação 1, como “Visão histórica negativa da radioatividade”, apareceu com apenas 8%. Essa definição se deu devido ao fato de os discentes deixarem indicados no início do texto fatos históricos como as bombas de Hiroshima e Nagasaki, de associação à visão negativa de destruição em massa pela população. Entretanto, o fato foi relatado para fazer um contraponto à utilização da radioatividade também para fins pacíficos.

Na redação 3, um outro grupo ficou encarregado de escrever sobre a área específica de irradiação de alimentos, com perguntas que os levassem a pensar nessa tecnologia, demonstrando que ela está presente no cotidiano deles: “Você já consumiu algum alimento que tenha sido irradiado? Você reconhece na embalagem os alimentos que foram irradiados? Na sua opinião, qual a relação da tecnologia de irradiação de alimentos com a saúde e com os aspectos político-econômicos?”. A análise pode ser vista na Tabela 17.

Tabela 17: Categorização da Redação 3 – Área Irradiação de Alimentos.

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
------------	---------------------	------------	----------------

<b>Problemas enfrentados pela indústria alimentícia</b>	"A indústria alimentícia enfrenta constante problemas de produtos perecíveis"; "Atualmente cerca de 30% da produção de alimentos perecíveis é perdida"; "seja pelo transporte"; "armazenamento precário"; "má conservação"	5	20,0%
<b>Aplicações da radioatividade na sociedade</b>	"diversas tecnologias foram desenvolvidas"; "preservação de alimentos por radiação"; "a irradiação de alimentos"	3	12,0%
<b>Benefícios no campo de alimentos</b>	"amenizar as perdas desses alimentos"; "O uso dessa técnica de preservação reduz drasticamente a porcentagem mencionada (de alimentos perdidos)"; "aumenta-se o lucro dos fornecedores"; "produção mais eficaz"; "diminui o risco do desenvolvimento de doenças"; "não há riscos de contaminação"; "trazendo consigo diversos benefícios político-econômico"; "uma técnica que deveria ter mais espaço no mercado"; "mais visibilidade"	9	36,0%
<b>Explicação técnica</b>	"consiste em expor o alimento à radiação"; "realizados por testes feitos por técnicos em laboratório"; requerem por lei um símbolo específico que os identifique"	3	12,0%
<b>Visão histórica negativa da radioatividade</b>	"grande empecilho para o desenvolvimento e a aplicação dessa tecnologia é o senso comum da população"; "associa a radioatividade com elevado potencial de risco à saúde"; "e meio ambiente"; "desastres radioativos"; "a falta de informação";	5	20,0%
<b>TOTAL</b>		25	100%

Fonte: A autora, 2020.

Para essa análise, houve o acréscimo de uma categoria além das 4 apontadas anteriormente, que foi a categoria "Problemas enfrentados pela indústria alimentícia". Ela foi criada, pois 20% das unidades de análise corresponderam a esses problemas, como a perda de alimentos perecíveis, por armazenamento precário, pelo transporte e má conservação, como visto na Tabela 17. Essa abordagem culminou em 36% das unidades corresponderem aos benefícios advindos da técnica de irradiação de alimentos a fim de sanar esses problemas

enfrentados, além de outros benefícios.

Observa-se que apenas 12% esteve relacionado às aplicações da radioatividade, entretanto, percebe-se que o grupo se ateve a falar somente sobre a técnica de irradiação de alimentos, a qual foi definida para o grupo e é uma aplicação mais restrita que os demais campos sugeridos aos outros grupos.

De toda forma, os alunos conseguiram demonstrar conhecimento na área indicada e ainda retrataram aspectos técnicos da aplicação. Ademais, reforçaram a ideia de que a radioatividade ainda é vista pela população como algo negativo devido ao seu passado, de “desastres radioativos”, e à falta de informação, o que se torna uma dificuldade no desenvolvimento dessa tecnologia.

O grupo designado para produzir um texto sobre o campo da Geração de Energia, elaborou a redação 4, com a ideia de relacionar todos os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais envolvidos na construção de uma usina nuclear. A categorização da redação apresentou-se com três categorias semelhantes as demais já retratadas e apenas uma com outra nomenclatura, como pode ser verificado na Tabela 18.

Tabela 18: Categorização da Redação 4 – Área Geração de Energia

CATEGORIAS	UNIDADES DE ANÁLISE	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA (%)
<b>Preocupações</b>	"se for devidamente planejada"	1	3,8%
<b>Aplicações da radioatividade na sociedade</b>	"tecnologia desenvolvida pode ser aplicada nos mais diversos setores do país"; "usada na medicina"; "na agricultura"; "na defesa nacional"; "geração de energia";	5	19,2%

<b>Benefícios no campo de geração de energia</b>	"apresenta maiores benefícios em relação as demais formas"; "eficiência"; "aspectos políticos"; "econômicos"; "sociais"; "ambientais"; "a construção de usinas nucleares é uma alternativa viável"; "impacta minimamente o ambiente ao seu redor"; "tratamentos médicos mais efetivos"; "melhora no cultivo de insumos agrícolas"; "em suas conservações"; "além de gerar emprego"; "menores impactos ambientais negativos"; "é mais ecológica"; "produzir mais energia do que do que usinas eólicas e solares"; "ela é mais eficiente"	16	61,5%
<b>Explicação técnica</b>	"periodicamente são feitas análises do ambiente local para que se observe possíveis contaminações"; "e irregularidades no ecossistema"; "rigorosos protocolos de segurança"; "Todo o processo é monitorado"	4	15,4%
<b>TOTAL</b>		26	100%

Fonte: A autora, 2020.

Ao verificar a análise, a categoria “Preocupações” indicada na tabela de categorização obteve um percentual bem baixo, de 3,8%, devido somente a expressão utilizada “se for devidamente planejada” no que se referiu à construção de usinas nucleares. Entretanto, cabe ressaltá-la, pois é possível identificar que essa preocupação, mesmo que ainda exista, parece ter diminuído significativamente quando comparada ao questionário de diagnóstico prévio, respondido pelos discentes no momento de produção inicial da SD. A forma com que essa expressão se apresentou foi bastante positiva também, pois demonstrou conhecimento no sentido de que o processo envolvido na construção de uma usina nuclear foi conhecido, bem como a existência de protocolos de segurança, controle e monitoramento e, assim, resultou na opinião pela viabilidade da construção, atentando para esse planejamento adequado.

Muitos foram os benefícios apontados pelo grupo no campo da geração de energia, em torno de 61,5% das unidades de análise do texto. Esses benefícios foram relatados através de uma reflexão incentivada na direção de uma integração de conteúdos científicos e tecnológicos juntamente com a discussão de variados aspectos históricos, éticos, políticos, ambientais e socioeconômicos, como uma maneira de se adequar a uma proposta curricular de CTS, como acredita Lopes e

Cerezo (1996, apud SANTOS; MORTIMER, 2000).

Os benefícios escritos versaram sobre um menor impacto ambiental na utilização de usinas nucleares para a geração de energia, em uma maior eficiência, na utilização da radioatividade em tratamentos médicos efetivos, no cultivo e conservação de insumos agrícolas, na geração de empregos, entre outros aspectos positivos.

Através da categoria “explicação técnica”, nota-se que os discentes adquiriram conhecimento em atividades técnicas que são realizadas ao longo do processo de utilização de uma usina nuclear para produção de energia. Mencionaram a questão do monitoramento periódico, onde são feitas análises ambientais no local e ao entorno para verificar a existência de irregularidades no ecossistema, e, ainda, sobre os rigorosos protocolos de segurança existentes.

A partir de todas as análises das produções finais, percebe-se que, durante a avaliação, eles foram induzidos a refletirem e debaterem sobre as múltiplas dimensões envolvidas no fenômeno da ciência nuclear e nas tecnologias/aplicações oriundas desse fenômeno. Essa prática proporcionou uma educação voltada para o ensino de CTS e em busca de formadores de opiniões, de formação humana/integral, que conduzisse os discentes na perspectiva de se tornarem cidadãos críticos na sociedade em que vivem. E através dessa avaliação e de todas as demais foi possível observar que esses objetivos foram alcançados.

Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), o momento da produção final também pode servir como uma avaliação do tipo somativa e, desse modo, refletir sobre todos os aspectos desenvolvidos durante a SD. Portanto, além da produção textual realizada especificamente nesse último módulo, todas as avaliações analisadas até o momento podem, de certa forma, compor a produção final, além da participação dos discentes, que foi avaliada através da observação não estruturada pela pesquisadora e pesquisadores envolvidos na construção do conhecimento.

#### **5.4 Observação Não Estruturada Participante**

Cabe informar que essa avaliação de observação foi realizada pelos pesquisadores, juntamente com a docente da disciplina, e teve como objetivo analisar o comportamento dos alunos no decorrer da SD quanto ao interesse no tema e nas atividades, à motivação e à atitude dos alunos em relação à exposição de opinião.

No módulo 1, na aula expositiva, até a metade pelo menos do tempo, os alunos se mostraram bastante motivados e interessados, respondendo às perguntas colocadas pelo professor palestrante e, ainda, o indagando sobre diversas questões. Já ao final da aula, os alunos aparentaram já estarem cansados, tendo em vista ter sido uma aula bem extensa, de 3h.

O ápice desse módulo pode-se dizer que foi o momento em que foi mostrado aos alunos fontes radioativas seladas, de baixíssima atividade, que não apresentavam nenhum tipo de perigo, e alguns detectores, para que pudessem ver o funcionamento dos instrumentos. Nesse momento, os alunos se mostraram radiantes, empolgados e muito curiosos em verificar o funcionamento da medição.

Os pontos que foram considerados relevantes na observação do módulo da visita foram as visitas ao laboratório e a motivação dos alunos no momento da prática de coleta de amostras. Eles ficaram muito animados ao vestir os equipamentos de proteção individual, tiraram bastante fotos e se mantiveram engajados na atividade. Entretanto, durante a palestra inicial alguns apresentaram comportamentos relativos a sono e cansaço e não participaram muito.

No módulo de transmissão de vídeos, atrelado ao *Quiz* como atividade associada para incentivar a atenção dos alunos em buscar as respostas na visualização dos vídeos, todos os alunos, sem exceção, se mantiveram atentos e muito participativos. Todos quiseram responder às perguntas propostas, inclusive, duas alunas, que segundo histórico apresentado pela docente da turma, nunca haviam participado em nenhuma aula. Mais do que a busca pela recompensa que foi oferecida ao grupo vencedor, foi possível identificar a vontade e entusiasmo ao responder às questões.

No último módulo, específico da produção final, ressalta-se a determinação dos alunos, inclusive, de terem ficado além do horário habitual da aula, sem reclamar, para finalizar a produção; o trabalho em equipe realizado, com debates e elaboração da redação; e a concisão, considerando o tempo curto para a escrita do texto.

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matriz energética brasileira é formada por várias fontes de energia renováveis e não renováveis, dentre elas destacamos a energia nuclear. O crescente investimento em usinas nucleares é favorável para o setor energético, contudo, essa forma de produção de energia ainda é vista com preocupação pela população em geral. A literatura analisada nesse estudo apontou que a falta de conhecimento sobre os seus respectivos riscos e benefícios geram muito preconceito em relação à utilização dessa energia.

Esse preconceito pode ser visualizado no gráfico 5. Antes da SD, as ideias negativas, como por exemplo, desastres ambientais, bombas atômicas e acidentes radioativos eram superiores às ideias positivas. Essa situação se inverte após a aplicação da SD, onde os alunos passaram a destacar positivamente os aspectos sociais, ambientais e econômicos. Essa percepção é ratificada quando analisamos o aprendizado provocado pela SD, destaca-se que 58% dos alunos ficaram informados e 42% ficaram muito informados sobre o tema.

Ainda nessa ótica, podemos observar nas respostas dos discentes o espectro das aplicações de energia nuclear. Antes da SD, as aplicações ficaram concentradas na área médica e na geração de energia, vide quadro 5. Após a SD, apareceram novas aplicações como a irradiação e a conservação de alimentos, controle de pragas, produção de radiofarmacos e a agricultura (quadro 6). Esse comportamento pode ser visualizado na análise do gráfico 4, pois os aumentos percentuais mais significativos foram nas áreas de agricultura e alimentação.

A aplicação da energia nuclear na agricultura tem como uma de suas características promover o aumento da variabilidade genética nas plantas e, portanto, ocasionando uma maior produtividade, qualidade e adaptação ao meio ambiente. Esses parâmetros são importantes, pois influenciam positivamente nos aspectos econômicos associados ao agronegócio. Assim, quando analisamos o impacto da energia nuclear nesse setor, a pesquisa evidenciou inicialmente que 25% dos discentes desconheciam a utilização do uso da radioatividade no campo.

Após a aplicação da SD, todos os alunos foram capazes de visualizar o impacto relevante da radioatividade na agricultura. Esse conhecimento adquirido pelos alunos pôde ser potencializado na análise do quadro 16, onde 60% das

palavras-chaves mencionadas reforçaram, sobretudo, a relação benéfica entre energia nuclear e agricultura, bem como os aspectos econômicos importantes para o setor. Para reforçar essa tendência, por exemplo, citam-se as seguintes respostas: "os alimentos transgênicos são mais resistentes a pragas e herbicidas"; "reduzindo custos"; "aumentando também seus valores produtivos"; "demanda tecnocientífica"; "trazendo para a economia brasileira independência"; "e crescimento econômico" e "tornar o país numa potência agroexportadora".

Outro impacto observado nas respostas dos discentes foi no setor de alimentos. O fortalecimento desse setor é relevante para o cenário econômico brasileiro, pois ele impacta significativamente, por exemplo, em aspectos sociais e econômicos. Assim, utilizar técnicas nucleares na cadeia produtiva de alimentos para aumentar sua conservação e o tempo de consumo, pode-se configurar uma boa estratégia para o setor. Contudo, como verificamos em outros setores analisados nessa pesquisa, a falta de conhecimento sobre a relação benéfica pode gerar um preconceito em relação ao consumo desses alimentos irradiados. Esse fato pode ser corroborado quando observamos que, antes da SD, 42% dos discentes relacionavam negativamente o uso de irradiação nos alimentos.

Após a aplicação da SD, 100% dos alunos foram capazes de visualizar que a irradiação nos alimentos não provoca contaminação. Esse conhecimento adquirido pelos alunos pôde ser reforçado na análise do quadro 17, onde 36% das palavras-chaves mencionadas intensificaram, sobretudo, a relação benéfica entre energia nuclear e o campo de alimentos, bem como os aspectos econômicos importantes para o setor. A fim de corroborar com esse resultado, verificam-se respostas como: "aumenta-se o lucro dos fornecedores"; "produção mais eficaz"; "trazendo consigo diversos benefícios político-econômicos" e "uma técnica que deveria ter mais espaço no mercado".

Dentre as aplicações, os ramos da medicina e geração de energia foram mencionados, antes e após a SD, por todos os alunos como áreas de aplicação da radioatividade. Acredita-se que essa associação com os referidos ramos ocorra de forma mais acentuada, comparada com outros setores, devido ao fato deles estarem mais inseridos no cotidiano dos discentes. Essa contextualização pôde ser observada no quadro 15, onde após a SD, as respostas reforçaram os aspectos ligados à Física Médica, como por exemplo, "emissão de diagnóstico como raios X"; "a radioterapia para o câncer" e "terapias para doenças baseadas numa mutação

genética”. Além das citações associadas a tratamento médico, a produção de radiofármacos apareceu em 25% das palavras-chaves apontadas pelos alunos. Esse resultado foi relevante, pois mostrou a amplitude de atuação da radioatividade na área de medicina.

Além da medicina, a geração de energia também foi identificada como uma das aplicações da radioatividade por todos os alunos, antes e após a SD. Essa temática tem grande relevância no cenário econômico brasileiro e mundial, pois os investimentos estão cada vez mais direcionados para países que demonstram, por meio de políticas públicas, preocupações com o meio ambiente e com os recursos naturais. A consciência ambiental está sendo potencializada pelo aquecimento global, queimadas, derretimento de geleiras, utilização de combustível fóssil na produção de energia, entre outros.

Apesar de benéfica ao meio ambiente, pois sua produção não emite gases poluentes, os preconceitos sobre a sua utilização ainda eram evidentes antes da SD. Segundo os discentes, a logística, longo tempo de planejamento, tratamento do lixo radioativo e problemas de segurança foram mencionados nas 63,6% das palavras-chaves como uma opção energética não interessante para a sociedade. Contudo, após a SD, 72,7% das palavras-chaves reforçaram positivamente seu aspecto ambiental, vide quadro 10.

O resultado observado nessa questão está relacionado diretamente com os investimentos, realizados pelo governo, na área nuclear. Quando os alunos foram questionados sobre a importância de incentivar esse setor, as respostas favoráveis aumentaram de 50% (antes da SD) para 82,4% (após a SD), conforme observado no quadro 12. Esse aumento significativo na opinião dos discentes sobre os investimentos é ratificado quando observamos os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais, para a construção de uma usina nuclear, na redação 4 da produção final, de acordo com o quadro 18. Ao fazer uma análise profunda desses aspectos é possível concluir que a SD permitiu aos discentes contextualizar a geração de energia nuclear com aspectos Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente.

A SD proposta nesse estudo foi significativa para os alunos, na discussão dos aspectos Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente associados à utilização da energia nuclear, bem como a apresentação dos seus respectivos riscos e benefícios. Essa afirmação pôde ser observada nas respostas dadas pelos discentes sobre a dinâmica da SD. Quando questionados se eles gostaram, as respostas ficaram

pautadas em *feedbacks* positivos, como "Gostei bastante"; "Muito boa a SD"; "experiência excelente"; "perfeita" e "bem importante".

Ao analisar os pontos mais significativos da SD, as palavras-chaves ficaram concentradas em 33,3% reforçando as estratégias de ensino que compuseram a SD, 30,3 % reforçaram a amplitude dos aspectos cognitivos trabalhados na SD e 27,3% reforçaram a desmitificação da energia nuclear. Dessa forma, conclui-se que a utilização dessa estratégia pedagógica contribuiu para um melhor esclarecimento do aluno sobre o tema e para a formação de um cidadão reflexivo e crítico.

As avaliações realizadas, durante as etapas da SD, foram complementadas com a utilização de observação não estruturada participante. Com isso, foi possível obter informações adequadas sobre o comportamento espontâneo, fatos e cenários, ou seja, uma série de fenômenos que não são possíveis através de perguntas, por exemplo. De forma geral, pode-se dizer que desde o primeiro momento até o último da SD, os alunos se mostraram bastante interessados e motivados pela temática desenvolvida no decorrer do processo.

No decorrer dos módulos apresentados na SD encontramos a utilização de espaços não formais de educação norteadas pela visita técnica ao IRD. Ao usar esse espaço, o presente estudo permitiu concluir que a visita possibilitou, segundo os discentes, ampliar seus respectivos conhecimentos sobre as aplicações da energia nuclear, vislumbrar um novo campo profissional, além de potencializar o aprendizado sobre alguns cuidados de proteção radiológica com o meio ambiente e sociedade, em decorrência das aplicações da radioatividade.

A partir do presente estudo se propõe o Produto Educacional "Uma sequência didática sobre as aplicações da energia nuclear: Estratégia educacional para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem visando à formação de um cidadão crítico". Com a aplicação do referido Produto, pode-se concluir que o conhecimento acerca das aplicações da energia nuclear foi significativamente disseminado aos discentes do ensino médio integrado, proporcionando uma maior reflexão sobre o seu cotidiano, conseqüentemente contribuindo para a formação de um cidadão mais ativo, capaz de tomar decisões que influenciem na sociedade.

## REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. **Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (GTS): una buena idea como quiera que se le llame.** [S. l]: [s. n.], 2005.

ANTISZKO, T. R. **Sequência didática para o ensino de radioatividade com enfoque cts no ensino médio.** 2016. 123f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2016.

ARANTES, R. et al. Compreensão de acidente radiológico para desmitificar o uso das radiações ionizantes. *In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN, EXTENSIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN TECNOLOGÍA NUCLEAR, 2.*, Buenos Aires, Argentina, 2017. **Anais [...].** Buenos Aires: LANNET, 2017. p. 01-07. Disponível em < <https://docplayer.com.br/65563200-Compreensao-de-acidente-radiologico-para-desmistificar-o-uso-das-radiacoes-ionizantes.html> >. Acesso em: 05 nov. 2018.

ARAUJO, Liderlanio de Almeida. et al. **Environmental education and digital resources as tools to raise awareness about radioactivity.** *In: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE*, 2013, Recife, PE. **Anais [...].** Recife, PE: Instituição organizadora, 2013. p. xx-xx. **MODELO DE ARTIGO DE CONGRESSO PARA CORRIGIR AS OUTRAS DO MESMO TIPO**

ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima; FRIGOTTO, Gaudêncio. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Rio Grande do Norte, v. 52, n. 38, p. 61–80, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/viewFile/7956/5723>>. Acessado em: 12 nov. 2018.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciênc. educ.**, Bauru, v.7, n.1., p. 1-13, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>>. Acesso em: 28 out. 2019.

BACICH, L; MORAN, J. **Metodologias Ativas Para Uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BARABAS, Roberta de Carvalho, SABUNDJIAN, G. **Nuclear energy education scenario around the world**, INAC 2013: International Nuclear Atlantic Conference, Recife, PE, Brazil, November 24-29 (2013).

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

BATISTA, W. F. **Determinação de parâmetros nucleares do núcleo de <sup>127</sup>Te: uma proposta para o ensino de física nuclear.** 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, SP, 2011.

BEZERRA, Daniella de Souza. **Ensino médio (des)integrado: história, fundamentos, política e planejamento curricular**. Rio Grande do Norte: Editora IFRN, 2013.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, 1996, p. 27833, 23 dez. 1996.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, 2004, p. 18, 26 jul. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, 2008, p. 5, 17 jul. 2008.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, 2008, p. 1, 30 dez. 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ – A reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento**. Brasília, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/pcn/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

CABRAL, N.F. **Sequências Didáticas: Estrutura & Elaboração**. 1.Ed. Belém, Pará: SBEM, 2017.

CANAL MINAS SAÚDE. **Roda de Conversa - Tema: Espaços não-formais do conhecimento: a escola além da escola**. 2013. (20m34s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JdLKPMCVPEY>>. Acesso em: 02 out. 2019.

CARBONELL, J. **A aventura de inovar: a mudança na escola**. Porto Alegre: Artmed, 2002. (Coleção Inovação Pedagógica).

CARDOSO, Eliezer de Moura. **A Energia Nuclear e suas Aplicações: Aprendendo com o Nuclídeo**. Apostila Educativa. 3.Ed. Rio de Janeiro: Realize, 2012.

CIAVATTA, Maria. A formação integrada - a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. **Trabalho necessário**, Rio de Janeiro, Ano 3, número 3, p. 1-20, 2005. **MODELO DE ARTIGO DE REVISTA CIENTÍFICA**

\_\_\_\_\_. O ensino integrado, a politecnicidade e a educação omnilateral. Por que lutamos? **Educação e Trabalho**. Belo Horizonte, v. 23, n.1, p. 187-205, 2014. Disponível em: <[http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/Ciavatta\\_ensino\\_integrado\\_politecnicidade\\_educacao\\_omnilateral.pdf](http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/Ciavatta_ensino_integrado_politecnicidade_educacao_omnilateral.pdf)>. Acessado em: 26 nov. 2018.

CNEN. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **Relatório de Gestão do Exercício de 2017**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <[http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/acesso\\_a\\_informacao/Rel-gestao-2017.pdf](http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/acesso_a_informacao/Rel-gestao-2017.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **CNEN NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **Glossário de Termos Usados em Energia Nuclear**. Rio de Janeiro, [201-?]. Disponível em <<https://docplayer.com.br/611453-Glossario-de-termos-usados-em-energia-nuclear.html>>. Acesso em 08 mar. 2020.

DE LIRA, E. V. **Os Benefícios do Uso da Energia Nuclear**. 2015. Monografia (Licenciatura em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Ciências Geográficas. Recife, 2015. Disponível em: <[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/46/116/46116418.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/116/46116418.pdf)>. Acesso em 06 nov. 2018.

DE OLIVEIRA, C.; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. TIC's na educação: A utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v.7, n.1, p. xx-xx, 2015.

DOLZ, J; NOVERRAZ, M; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: Bernard Schneuwly; Joaquim Dolz e colaboradores. **Gêneros orais e escritos na escola**. São Paulo: Mercado de Letras, 2004. p.95-128. Disponível em: <https://docplayer.com.br/47254417-4-sequencias->

didaticas-para-o-oral-e-a-escrita apresentacao-de-um-procedimento-1-joaquim-dolz-michele-noverraz-2-bernard schneuwly.html. Acesso em: 01 set. 2019.

FERREIRA, L. B.; TORRECILHA, N.; MACHADO, S. H. S. **Técnica de Observação em Estudos de Administração**. XXXVI Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012\\_EPQ482.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_EPQ482.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa, Paz e Terra**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, V. M. Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de educação em ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35. n.2. p. 592-633, 2018 Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p592>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

FRIGOTTO, Gaudencio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. **Ensino Médio Integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRAMSCI, A. **Concepção dialética da história**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

GOHN, Maria da Glória. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Revista Ensaio Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. Ird, **Local de publicação**, 2020. Página Inicial. Disponível em: <<http://www.ird.gov.br/index.php/o-ird>>. Acesso em: 08 jan. 2020.

LEGEY, A. P. et al. **Evaluation of 3 dimensional video to dissemination of nuclear energy by high school students**. In: INAC 2013: International Nuclear Atlantic Conference, Recife, November 24-29, 2013.

LEGEY, A. P. et al. **Digital game for education and dissemination of nuclear energy applications**. In: INAC 2015: International Nuclear Atlantic Conference, São Paulo, October 4-9, 2015.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção Magistério 2º Grau. Série Formação do professor).

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: Aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 1, n. especial, p. 1-19, 2007.

LOBO, B. M. **Proposta de uma metodologia para a divulgação da Tecnologia Nuclear**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear –

Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-29012018-123504/pt-br.php>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

LOBO, B. M.; AQUINO, A. R. de. **Development of a methodology for dissemination and formation favourable of using nuclear energy**. In: INAC 2015: International Nuclear Atlantic Conference, São Paulo, October 4-9 (2015).

LUCENA, E. A. et al. Radiação ionizante, energia nuclear e proteção radiológica para a escola. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**. Brasil, v.5, n.1, p. 01-17, 2017. Disponível em: <<https://www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/215/192>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

LÜDKE, M. et al. **O que conta como pesquisa?** São Paulo: Cortez, 2009.

MAFFEI, P. M. et al. **Communicating with the public: space of nuclear technology**. In: INAC 2011: International Nuclear Atlantic Conference, Belo Horizonte, MG, Brazil, October 24-28 (2011).

MODANEZ, L. **Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação**. 2012. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, SP, 2012.

MORAES, M. C. **Subsídios para fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação**. Secretaria de Educação à Distância, Brasília: Ministério de Educação e Cultura, p. 57, 1997.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. **Local de publicação: editor**, 2013. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias\\_moran1.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf). Acesso em: 05 jun. 2019.

MOREIRA, D. A. Pesquisa em Administração: Origens, usos e variantes do método fenomenológico. **Revista de Administração e Inovação**, v. 1, n. 1, p. xx-xx, 2004. Disponível em < <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79021>>. Acesso em 06 jun. 2019.

ONIESKO, S. H. F; MIQUELIN, A. F. **Mediação de Temas Controversos no Ensino Médio: O Caso da Energia Nuclear**. In: XI Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia. UTFPR. Curitiba, 2016. Disponível em: <[http://www.esocite2016.esocite.net/resources/anais/6/1471887006\\_ARQUIVO\\_ARTIGOEsocite.pdf](http://www.esocite2016.esocite.net/resources/anais/6/1471887006_ARQUIVO_ARTIGOEsocite.pdf)> Acesso em: 30 nov. 2018.

PANIAGUA, S. K. A.; SILVA, A. P. R.; MACHADO, M. A.D. **Energia nuclear no Ensino Médio: desenvolvendo atividades didáticas com enfoque CTSA: uma possibilidade para a formação da cidadania**. In: IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. Anais. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013. p.1-8. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0068-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0068-1.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2018.

PEREIRA, G.R.; **SOBRENOME ANTECEDENTE** FILHO, M.V.B. E M.A. NEVES (2009). **Um estudo sobre a inserção do tema “energia nuclear” no ensino médio de municípios da Baixada Fluminense.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, **Local de publicação.** Anais [...]. **Local de publicação: Instituição organizadora**, 2009. p. xx-xx. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/482.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019. **MODELO PARA ARTIGO DE CONGRESSO**

RAMOS, Marise Nogueira. Possibilidades e desafios na organização do currículo integrado. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (Org.). **Ensino médio integrado: concepções e contradições.** São Paulo: Cortez, 2005. p. xx-xx. **MODELO PARA CAPÍTULO DE LIVRO**

\_\_\_\_\_. **A Reforma do Ensino Médio Técnico nas Instituições Federais de Educação Tecnológica: da Legislação aos Fatos.** In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (Org.). *A Formação do Cidadão Produtivo: a cultura de mercado no ensino médio técnico.* Brasília: INEP, 2006. p. 283-309.

\_\_\_\_\_. **Concepção de Ensino Médio Integrado.** Curitiba: Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2008. Disponível em: <<https://tecnicadmiwj.files.wordpress.com/2008/09/texto-concepcao-do-ensino-medio-integrado-marise-ramos1.pdf>>. Acessado em: 12 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. **Ensino médio integrado: ciência, trabalho, cultura na relação entre educação profissional e educação básica.** In: MOLL, J. *Educação profissional e tecnológica no Brasil Contemporâneo: desafios, tensões e possibilidades.* Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 42-57.

\_\_\_\_\_. **História e política da educação profissional.** Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <<http://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2016/05/Hist%C3%B3ria-e-pol%C3%ADtica-da-educa%C3%A7%C3%A3o-profissional.pdf>>. Acessado em: 26 dez. 2018.

RIO DE JANEIRO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Mínimo 2012: Física.** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <[http://www.rj.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=d34c3917-7d42-48be-a678-e6721ecdcca0&groupId=91317](http://www.rj.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=d34c3917-7d42-48be-a678-e6721ecdcca0&groupId=91317)>. Acesso em: 02 jan. 2019.

RODRIGUES, A. B.; OTAVIANO, C. A. Guia metodológico de trabalho de campo em Geografia. **Revista do Departamento de Geociências**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 35-43, 2001.

ROEHRIG, S.A.G.; CAMARGO, S. A educação com enfoque cts no quadro das tendências de pesquisa em ensino de ciências: algumas reflexões sobre o contexto brasileiro atual. **R. B. E. C. T.**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 117-131, 2013.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio Pesquisa em educação em ciências.** Belo Horizonte,

v.02, n.02, p.110-132, 2000.

SEMMLER, R., CATHARINO, M. G. M., VASCONCELLOS, M. B. A. Education in nuclear science at IPEN - CNEN, São Paulo, Brazil: Advanced School of Nuclear Energy-EAEN. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Londres, v. 29 n.1, p. 55-58, 2012.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M, I, T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Campina Grande, v.17, n. 1, 2015.

SILVA, F.C.V. et al. **O Ensino e aprendizagem de radioatividade: análise de artigos em periódicos nacionais e internacionais**. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). Salvador, Bahia, 2012. Disponível em <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7328/5109>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

SOARES, S.S. **Sequência didática: proposta interdisciplinar para o ensino de física**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí. 2014. Disponível em <[https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/468/2/produto\\_Sandro%20Stanley%20Soares.pdf](https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/468/2/produto_Sandro%20Stanley%20Soares.pdf)>. Acesso em 03 nov. 2018.

SOUZA, K. R., KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Revista Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/EducacaoFilosofia/article/view/29099/21313>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

VIANA, E. DA SILVA; BATISTA, S. C. F. Ensino de Radioatividade: utilização de vídeos como ferramentas pedagógicas. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v.17, n.2, p. 103-127, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE – ALUNO MAIOR DE 18 ANOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COLÉGIO PEDRO II



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/CPII

---

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAIORES DE IDADE

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa denominada **A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado**, realizada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica – PROFEPT, e que diz respeito a uma dissertação de mestrado.

**1. OBJETIVO:** O objetivo do estudo é disseminar o conhecimento acerca das aplicações da energia nuclear aos discentes do ensino médio integrado.

**2. PROCEDIMENTOS:** a sua participação consistirá em: (1) responder a um questionário com 11 questões sobre conhecimentos prévios acerca da energia nuclear e sua aplicabilidade; (2) participar de uma sequência didática que incluirá aulas expositivas, palestra, visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria e discussões em sala de aula; (3) preencher um instrumento que visa avaliar a visita técnica realizada; (4) responder a um questionário após a realização da sequência didática.

**3. POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS:** Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o risco pode ser avaliado como baixo, isto é, o participante poderá se sentir constrangido ou envergonhado ao responder aos questionários, caso não tenha conhecimento sobre as respostas, além de se sentir desapontado com um baixo desempenho no resultado. Entretanto, objetivando minimizar esses riscos, será mantido o anonimato dos participantes e a equipe estará à disposição para esclarecimentos de todos os questionamentos. Além disso, no caso de filmagens ou registros fotográficos, a divulgação de imagem poderá ser realizada no presente projeto de pesquisa e/ou publicações relacionadas, além de meios de comunicação das instituições envolvidas. Caso não haja o consentimento, o aluno poderá se manifestar e, dessa forma, não haverá a divulgação. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: oportunidade de adquirir conhecimento dos inúmeros benefícios do uso pacífico

da energia nuclear, além de poder disseminar, com efeito multiplicador, os conhecimentos à população em geral, bem como desenvolver um senso crítico, possibilitando a participação em tomadas de decisão que influenciem na qualidade de vida da sociedade.

**4. GARANTIA DE SIGILO:** os dados da pesquisa poderão ser publicados/divulgados em congressos, livros e revistas científicas. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o (a) identificar, será mantida em sigilo. O (a) pesquisador (a) responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

**5. LIBERDADE DE RECUSA:** a sua participação neste estudo é voluntária. Você poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar sair da pesquisa você não sofrerá qualquer prejuízo.

**6. CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO:** a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido a sua participação no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei.

**7. ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES:** você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com a pesquisadora. Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pela pesquisadora. A pesquisadora garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso à pesquisadora Pamela Rodrigues Perrotta, pelo telefone (21) 9913344-10, ou pelo e-mail: [pamela.perrotta@hotmail.com](mailto:pamela.perrotta@hotmail.com). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPPI), situado no Endereço: Campo de São Cristóvão nº 177, prédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura (PROPGPEC), sala 202-B – São Cristóvão – Rio de Janeiro, CEP 29921-903, pelo telefone: 21 3891-0020 ou pelo e-mail: [cep@cp2.g12.br](mailto:cep@cp2.g12.br)

### CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_ li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do(a) participante	Data: ___/___/___
-------------------------------	-------------------

Eu, \_\_\_\_\_ obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do(a) participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)	Data: __/__/____
---------------------------------	------------------

## APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE – RESPONSÁVEL LEGAL



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COLÉGIO PEDRO II

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/CPII



---

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – RESPONSÁVEL LEGAL

Prezado(a) responsável/representante legal:

Gostaríamos de solicitar o seu consentimento para o(a) menor \_\_\_\_\_ participar como voluntário(a) da pesquisa denominada **A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado**, realizada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica / Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, do Colégio Pedro II, e que diz respeito a uma dissertação de mestrado. A pesquisa que será realizada no Instituto Federal do Rio de Janeiro envolverá a aplicação de uma sequência didática, na aula da disciplina de Toxicologia Ambiental, com o desenvolvimento de aulas expositivas, transmissão de vídeos, debates acerca do tema e aplicação de questionários que buscarão a percepção e conhecimento do aluno em relação ao tema. Além disso, será realizada uma visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD, que servirá como uma atividade educativa para apoio às aulas ministradas em sala de aula.

**1. OBJETIVO:** O objetivo do estudo é disseminar o conhecimento acerca das aplicações da energia nuclear aos discentes do ensino médio integrado.

**2. PROCEDIMENTOS:** a forma de participação do (a) menor consistirá em: (1) responder a um questionário com 11 questões sobre conhecimentos prévios acerca da energia nuclear e sua aplicabilidade; (2) participar de uma sequência didática que incluirá aulas expositivas, palestra, visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria e discussões em sala de aula; (3) participar de um debate em grupo sobre os vídeos assistidos, com a elaboração de um texto culminante da discussão; (4) preencher um instrumento que visa avaliar a visita técnica realizada; (5) responder a um questionário após a realização da sequência didática.

**3. POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS:** Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o risco pode ser avaliado como baixo, isto é, o participante poderá se sentir constrangido ou envergonhado ao responder aos questionários, caso não tenha conhecimento sobre as respostas, além de se sentir desapontado com um baixo desempenho no resultado. Entretanto, objetivando minimizar esses riscos, será mantido o anonimato dos participantes e a equipe estará à disposição para esclarecimentos de todos os questionamentos. Além disso, no caso de filmagens ou registros fotográficos, a divulgação de imagem poderá ser realizada no presente projeto de pesquisa e/ou

publicações relacionadas, além de meios de comunicação das instituições envolvidas. Caso não haja o consentimento, o aluno poderá se manifestar e, dessa forma, não haverá a divulgação. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: oportunidade de adquirir conhecimento dos inúmeros benefícios do uso pacífico da energia nuclear, além de poder disseminar, com efeito multiplicador, os conhecimentos à população em geral, bem como desenvolver um senso crítico, possibilitando a participação em tomadas de decisão que influenciem na qualidade de vida da sociedade.

**4. GARANTIA DE SIGILO:** os dados da pesquisa serão publicados/divulgados em congressos, livros e revistas científicas. Asseguramos que a privacidade do (a) menor será respeitada e o nome dele (a) ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o(a) identificar, será mantida em sigilo. O (a) pesquisador (a) responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

**5. LIBERDADE DE RECUSA:** a participação do (a) menor neste estudo é voluntária e não é obrigatória. Você poderá se recusar a permitir que ele (a) participe do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar que o (a) menor saia da pesquisa ele (a) não sofrerá qualquer prejuízo.

**6. CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO:** a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido à participação do (a) menor no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei.

**7. ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES:** você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o(a) pesquisador(a). Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pelo(a) pesquisador(a). O(a) pesquisador(a) garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso à pesquisadora Pamela Rodrigues Perrotta, pelo telefone (21) 9913344-10, ou pelo e-mail: [pamela.perrotta@hotmail.com](mailto:pamela.perrotta@hotmail.com). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPII), situado no Endereço: Campo de São Cristóvão nº 177, prédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura (PROPGPEC), sala 202-B – São Cristóvão – Rio de Janeiro, CEP 29921-903, pelo telefone: 21 3891-0020 ou pelo e-mail: [cep@cp2.g12.br](mailto:cep@cp2.g12.br)

## CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_ li e concordo com a participação do menor \_\_\_\_\_ na pesquisa.

Assinatura do(a) responsável /representante legal	Data: ___/___/___
---	-------------------

Eu, \_\_\_\_\_ obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do (a) responsável /representante legal pelo (a) menor participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)	Data: ___/___/___
---------------------------------	-------------------

## APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ALUNO MENOR DE 18 ANOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COLÉGIO PEDRO II



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/CPII

---

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado**. O objetivo dela é disseminar o conhecimento acerca das aplicações da energia nuclear aos discentes do ensino médio integrado.

As pessoas que irão participar desta pesquisa têm de 16 a 21 anos de idade. A pesquisa será feita no Instituto Federal do Rio de Janeiro, nas aulas da disciplina de Toxicologia Ambiental, e envolverá também uma visita ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria, um instituto de pesquisa, desenvolvimento e ensino. Durante a pesquisa, você deverá (1) responder a um questionário com 11 questões sobre conhecimentos prévios acerca da energia nuclear e sua aplicabilidade; (2) participar de uma sequência de atividades que incluirá aulas expositivas, palestra, visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria e discussões em sala de aula; (3) participar de um debate em grupo sobre os vídeos assistidos, com a elaboração de um texto resultante da discussão; (4) preencher um questionário que visa avaliar a visita técnica realizada; e (5) responder a um outro questionário após a realização das atividades. Para a realização da pesquisa, será utilizado o material escolar, já utilizado em seu dia-a-dia, como caneta e papel. A pesquisa é considerada segura, mas é possível você se sentir constrangido ou envergonhado em uma ou mais atividades, ao responder aos questionários, caso não tenha conhecimento sobre as respostas. Além disso, poderá se sentir desapontado com um baixo desempenho no resultado. Entretanto, objetivando minimizar esses riscos, será mantido o anonimato dos participantes e a equipe estará à disposição para esclarecimentos de todos os questionamentos. No caso de filmagens ou registros fotográficos, a divulgação de imagem poderá ser realizada no presente projeto de pesquisa e/ou publicações relacionadas, além de meios de comunicação das instituições envolvidas. Caso não haja o consentimento, o aluno poderá se manifestar e, dessa forma, não haverá a divulgação. Caso aconteça algo errado, você pode procurar a pesquisadora Pamela Rodrigues Perrotta pelo telefone (21) 99133-4410. Mas há coisas boas que podem acontecer, pois essa pesquisa pode contribuir para adquirir conhecimento dos benefícios do uso da energia nuclear, além de possibilitar o desenvolvimento de reflexão sobre o tema e uma possível participação em decisões que influenciem na qualidade de vida da sociedade.

Você não precisa participar desta pesquisa se não quiser. Ninguém ficará irritado(a) ou chateado(a) com você se você disser que não quer participar: a escolha é sua. Você pode pensar nisto e responder depois se você quiser. Você pode dizer “sim” agora e mudar de ideia depois e não terá problema. É importante que você converse com seus responsáveis sobre a sua decisão. Saiba o que eles acham, fale a eles o que pretende fazer,

se quer ou não participar. Também pode discutir com a pesquisadora, quando quiser. Ela responderá todas as suas dúvidas, em qualquer momento.

Você não receberá nenhum dinheiro nem terá que pagar nada para participar da pesquisa. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o (a) identificar, será mantida em sigilo. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as pessoas que participaram da pesquisa.

### ASSENTIMENTO

Eu \_\_\_\_\_ li este termo e aceito participar da pesquisa.

Assinatura do(a) participante	Data: __/__/____
-------------------------------	------------------

Eu, \_\_\_\_\_ obtive de forma apropriada e voluntária o Assentimento Livre e Esclarecido do participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a).	Data: __/__/____
----------------------------------	------------------

## APÊNDICE D - DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO IRD



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COLÉGIO PEDRO II

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/CPII



### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaro, para os devidos fins que o Instituto de Radioproteção e Dosimetria sabe do interesse na realização da pesquisa intitulada A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado, sob responsabilidade da pesquisadora principal Pamela Rodrigues Perrotta e do orientador Robson Costa de Castro, do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, do Colégio Pedro II, e não se opõe à realização desta.

Declaro estar ciente dos objetivos e da metodologia da pesquisa acima citada e concedo a anuência para seu desenvolvimento nesta instituição, desde que sejam cumpridas as determinações éticas das resoluções nº 510/2016 e nº466/2012 CNS/CONEP e que o projeto só tenha início após avaliação e aprovação do Comitê de Ética em pesquisa do Colégio Pedro II.

Nome do(a) responsável pela instituição	Assinatura e carimbo do(a) responsável pela instituição	Data: __/__/__
---	---	-------------------

## APÊNDICE E - DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO IFRJ



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COLÉGIO PEDRO II

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/CPII



### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaro, para os devidos fins que o Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus Maracanã sabe do interesse na realização da pesquisa intitulada A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado, sob responsabilidade da pesquisadora principal Pamela Rodrigues Perrotta e do orientador Robson Costa de Castro, do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, do Colégio Pedro II, e não se opõe à realização desta.

Declaro estar ciente dos objetivos e da metodologia da pesquisa acima citada e concedo a anuência para seu desenvolvimento nesta instituição, desde que sejam cumpridas as determinações éticas das resoluções nº 510/2016 e nº466/2012 CNS/CONEP e que o projeto só tenha início após avaliação e aprovação do Comitê de Ética em pesquisa do Colégio Pedro II.

Nome do(a) responsável pela instituição	Assinatura e carimbo do(a) responsável pela instituição	Data: _ / _ / _
---	---	--------------------

**APÊNDICE F - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DO GRAU DE CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO ÀS QUESTÕES SOBRE ENERGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES.**

Prezado (a) participante,

O presente questionário, composto por 11 questões, tem como objetivo verificar a sua percepção e seus conhecimentos prévios acerca do tema radioatividade e energia nuclear. Você não é obrigado a respondê-lo. Porém, sua participação é muito importante para que a pesquisa possa ter continuidade. Suas respostas são estritamente confidenciais.

Você encontrará a seguir 7 questões com lista de alternativas, em que você deverá assinalar a opção que mais se aproxime a sua opinião. Para tanto, procure ler com atenção cada pergunta, pois existem algumas em que você poderá assinalar mais de uma opção. Procure não deixar a pergunta sem resposta. Além disso, você deverá responder 4 questões discursivas. Caso fique indeciso, por favor, não as deixe em branco, sinalize que não sabe.

Seja o mais sincero possível, e lembre-se de que será garantido sigilo absoluto.

Obrigada por sua participação!

1- De que forma você já teve acesso a alguma informação sobre Energia Nuclear? Marque mais de uma alternativa, se for o caso:

- ( ) Escola
- ( ) Televisão
- ( ) Internet
- ( ) Jornais
- ( ) Revistas
- ( ) Outros \_\_\_\_\_
- ( ) Não tive acesso

2- Quão bem informado (a) você se considera acerca da energia nuclear?

- ( ) Muito bem informado ( ) Informado ( ) Pouco informado ( ) Nada informado

3- O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?

4- O que você entende por radioatividade?

5- Você sabe identificar qual desses símbolos abaixo está relacionado com a radioatividade?

a)



b)



c)



d)



6- Como você acha que a radioatividade está presente em nosso dia a dia? Marque a(s) opção(ões) em que você considera que existam aplicações da radioatividade.

- Medicina                       Indústria                       Arqueologia                       Geração de energia  
 Agricultura                       Alimentação                       Geologia                       Nenhuma das opções  
 Outros: \_\_\_\_\_

7- Avalie se concorda com a afirmação:

“A irradiação de alimentos prolonga a sua durabilidade, no entanto este processo pode contaminar o alimento”

- Verdadeiro                       Falso

8- Avalie se concorda com a afirmação:

“A Indústria Farmacêutica utiliza fontes radioativas para esterilizar seringas, luvas cirúrgicas, gaze e material farmacêutico descartável, em geral”

Verdadeiro       Falso

9- Avalie se concorda com a afirmação:

*“A energia nuclear tem sido bastante empregada na agricultura, especialmente por provocar o aumento da variabilidade genética nas plantas e, portanto, tornar mais efetiva a busca por melhor produtividade, qualidade e adaptabilidade ao meio ambiente”.*

Verdadeiro       Falso

10- Avalie se concorda com a afirmação e explique:

*“A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade”*

---

---

---

---

11- Avalie se concorda com a afirmação e explique:

*“O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas”*

---

---

---

---

**APÊNDICE G - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO PARA  
VISITA AO IRD.**

**FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – VISITA TÉCNICA**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
INSTITUIÇÃO:	
CURSO:	
DATA:	
SETORES VISITADOS	

<b>OPÇÕES DE RESPOSTAS: MARQUE COM UM “X”</b>					
1 - Discordo Totalmente - 2 - Discordo Parcialmente - 3 - Indeciso					
4 - Concordo Parcialmente 5 - Concordo Totalmente					
01 – A visita contribuiu para melhorar o seu nível de conhecimento sobre a energia nuclear e suas aplicações.	1	2	3	4	5
02 – Os conhecimentos transmitidos foram adequados as suas necessidades de estudo e/ou trabalho.	1	2	3	4	5
03 – Os técnicos responderam às perguntas de forma atenciosa e apropriada.	1	2	3	4	5
04 – A visita realizada proporcionou uma maior motivação por parte dos alunos.	1	2	3	4	5
05 – As atividades práticas realizadas contribuíram para melhor entender os conteúdos disciplinares teóricos.	1	2	3	4	5
06– A visita permitiu observar as aplicações da radioatividade e contextualizá-las com o meu cotidiano.	1	2	3	4	5
07 – A visita permitiu conhecer alguns cuidados de proteção radiológica com o meio ambiente e sociedade, em decorrência das aplicações da radioatividade.	1	2	3	4	5
08 - A visita contribuiu para visualizar a relação entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.	1	2	3	4	5
09 - A visita possibilitou vislumbrar um novo campo profissional.	1	2	3	4	5
10 – Numa avaliação geral, por favor, atribua uma nota à visita a qual você acaba de realizar, utilizando uma escala de um (1) a cinco (05).	1	2	3	4	5

**COMENTÁRIOS**

**Considerando que suas informações são muito valiosas, utilize o espaço abaixo para quaisquer outros comentários.**


## APÊNDICE H: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: AVALIAÇÃO – PRODUÇÃO FINAL

### Avaliação – Produção Final:

**Descrição:** Após apresentação dos vídeos sobre as aplicações da energia nuclear, a turma será dividida em 4 grupos, de acordo com as aplicações: Medicina, Agricultura, Alimentos e Geração de energia, que são as aplicações mais relacionadas ao cotidiano dos alunos.

Serão entregues perguntas norteadoras de cada tema a cada grupo para que os alunos construam junto a seu grupo um texto entre 20 a 25 linhas.

**Objetivo:** Proporcionar uma reflexão nos alunos acerca dos riscos e benefícios das aplicações da energia nuclear, levando-os a relacionar a Ciência e a Tecnologia com os aspectos da sociedade e do meio ambiente. Além disso, promover um debate em grupo, que motive o trabalho em equipe e avalie o poder de concisão do grupo na confecção do texto.

### Perguntas norteadoras:

**Grupo 1) Medicina:** Qual a importância da radiação para a área médica? Considere os aspectos positivos e negativos da sua utilização.

**Grupo 2) Agricultura:** Onde a radiação é utilizada na agricultura? Qual o impacto econômico e ambiental de sua utilização?

**Grupo 3) Alimentos:** Você já consumiu algum alimento que tenha sido irradiado? Você reconhece na embalagem os alimentos que foram irradiados? Na sua opinião, qual a relação da tecnologia de irradiação de alimentos com a saúde e com os aspectos político-econômicos?

**Grupo 4) Geração de energia:** Quais são os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais envolvidos na construção de uma usina nuclear?

OBS.: Os alunos poderão consultar a internet e a apostila educativa entregue na aula expositiva, do módulo 1, para auxiliar na construção das respostas.

