

Manoel Aguiar Neto Filho

**RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA  
UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE  
FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Passo Fundo

2025

Manoel Aguiar Neto Filho

**RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA  
UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE  
FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da professora Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2025

CIP – Catalogação na Publicação

---

N469r    Neto Filho, Manoel Aguiar

Radioatividade nas premissas de uma UEPS [recurso eletrônico] : contribuições de um curso de formação de professores / Manoel Aguiar Neto Filho. – 2025.  
5.3 MB ; PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Locatelli.  
Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2025.

1. Professores - Formação. 2. Radioatividade  
3. Teoria da aprendizagem significativa. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. I. Locatelli, Aline, orientadora. II. Título.

CDU: 372.85

---

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

Manoel Aguiar Neto Filho

Radioatividade nas premissas de uma UEPS: contribuições de um  
curso de formação de professores

A banca examinadora abaixo, APROVA em 11 de abril de 2025, a Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Inovações Pedagógicas para o ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Aline Locatelli - Orientadora  
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Luciana Dornelles Venquiaruto  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

Dr. Lucken Bueno Lucas  
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Dra. Luciane Spanhol Bordignon  
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dr. Luiz Marcelo Darroz  
Universidade de Passo Fundo - UPF

## **AGRADECIMENTOS**

Externo aqui minha mais profunda gratidão a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho de doutorado.

Primeiramente, agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Aline Locatelli, cuja orientação, paciência e sabedoria foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa. Agradeço por todos os momentos e discussões que enriqueceram minha trajetória acadêmica e pelas valiosas sugestões que sempre me motivaram a buscar pela excelência. Este projeto só pôde ser concretizado graças à sua dedicação e ao seu comprometimento, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Manoel Aguiar Neto e Áurea Alves de Aguiar, por todo amor, apoio incondicional e incentivo, que construíram toda a base sólida para que eu pudesse obter êxito em minha jornada.

Aos meus amigos, em especial o Rafael Silva dos Santos, pelo carinho e pela amizade verdadeira. Seus conselhos, suas palavras de incentivo e seu apoio contribuíram de maneira única para que eu não perdesse o foco e a motivação nesta jornada.

Agradeço também a todos os colegas doutorandos do meu grupo de pesquisa por contribuírem ativamente com minha jornada acadêmica, principalmente ao longo das disciplinas e das publicações obtidas durante nosso processo de doutoramento.

Por fim, reconheço e agradeço a todos que colaboraram com a construção desta tese: Gil Almeida (ilustrador do produto educacional), Júlia Carraro (diagramadora do produto educacional), Cinara (revisora de ortografia e gramática da tese e do produto educacional) e Leonir (revisor das normas do programa e da ABNT para a tese). Cada pessoa nomeada aqui e tantas outras que não pude nomear fizeram parte deste caminho que agora chega a um marco importante, mas é, na verdade, o resultado de um esforço conjunto e de uma jornada de muitas mãos e corações.

A todos vocês, o meu sincero:

obrigado!

Dedico este trabalho aos meus pais, Manoel Aguiar Neto e Áurea Alves de Aguiar, que sempre fizeram o possível e o impossível para que eu tivesse o melhor acesso ao ensino. Vocês foram fundamentais em todo meu desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional e tenho certeza absoluta que jamais estaria onde estou e como estou sem o carinho, o amor, a paciência e o apoio de vocês.

“O que me preocupa não é o grito dos maus, mas o silêncio dos bons”.

Martin Luther King

## RESUMO

A educação tem passado por diversas transformações com o intuito de que o aluno adquira habilidades e competências nas diferentes áreas do conhecimento. O Ensino de Radioatividade apresenta-se como elo de diferentes componentes curriculares que podem e devem trabalhar de maneira harmoniosa para propiciar o desenvolvimento de tais habilidades e competências. Além disso, para atingir um saber integral, o ensino desta temática anseia por contextos e discussões que possam gerar reflexão e ampliar a visão de mundo dos alunos, a fim de formar um cidadão crítico e consciente. Porém, algumas pesquisas versam sobre o Ensino de Radioatividade na Educação Básica e sobre a dificuldade que docentes de diferentes componentes curriculares encontram ao abordar este conteúdo em suas aulas; tais dificuldades ocorrem devido às diferentes formações dos professores que abordam esses conteúdos – geralmente, química, física e biologia –, ou até mesmo são decorrentes de lacunas deixadas na formação docente durante a graduação. Neste caso, a construção de um material com uma sequência lógica e estruturada de atividades e um curso de formação contínua de professores são elementos que podem auxiliar a eliminar ou minimizar as lacunas presentes em sua formação e contribuir com a qualidade do Ensino de Radioatividade. Assim, partindo dessas reflexões, surge a indagação que norteou o desenvolvimento desta pesquisa: De que forma um curso organizado segundo os pressupostos de uma unidade de ensino potencialmente significativa, com episódios históricos de acidentes radioativos, pode favorecer a formação de professores de Química, no âmbito do Ensino Médio? No que se refere ao objetivo geral 1 esta tese pretende promover a Educação Científica/Química de estudantes do Ensino Médio, a partir da utilização de episódios históricos de acidentes radioativos em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), por meio de uma abordagem contendo elementos interdisciplinares; e, por sua vez, no que concerne ao objetivo geral 2, a pesquisa visa promover a formação inicial/continuada de professores de Química, que atuam no Ensino Médio, para a utilização de episódios históricos de acidentes radioativos em uma UEPS, contendo elementos interdisciplinares. Um estudo de viabilidade foi realizado a fim de verificar efetividade do produto educacional (PE) desenvolvido. A pesquisa foi caracterizada por uma abordagem qualitativa, tendo como sujeitos investigados professores da terceira série do Ensino Médio de diferentes áreas do conhecimento. Os dados obtidos no estudo de viabilidade foram utilizados para aprimorar o PE e também para a construção de um curso de formação contínua de professores. O curso foi estruturado em cinco módulos e buscou discutir os fundamentos teóricos utilizados para a elaboração do PE. Além disso, teve o intuito de acompanhar os professores na aplicação desse PE em sala de aula a fim de verificar sua viabilidade em diferentes contextos. Para tanto, os instrumentos utilizados de produção de dados foram entrevistas, questionários e diário de bordo do professor pesquisador. A análise dos dados foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva com auxílio do *software* IRAMUTEQ. Os resultados obtidos com a aplicação do PE apresentado foram positivos e apresentaram indícios de aprendizagem significativa e interdisciplinaridade. Os docentes e alunos apresentaram uma boa adesão ao trabalho, que se mostrou significativo e prático. Salienta-se que são necessários cursos de formação continuada e produção de materiais que auxiliem o docente na árdua tarefa de promover a Aprendizagem Significativa e a interdisciplinaridade, uma vez que esses possuem uma limitação de tempo devido à grande carga de trabalho e cobranças que sofrem diariamente. O PE está disponível de forma livre e gratuita no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo e na plataforma Educapes no link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1000153>.

**Palavras-chave:** formação contínua de professores; ensino de radioatividade; interdisciplinaridade; Teoria da Aprendizagem Significativa.



## ABSTRACT

Education has undergone several transformations, with the goal of students acquiring skills and competencies in different areas of knowledge. Radioactivity Teaching is presented as a link between different curricular components that can and should work harmoniously to promote the development of such skills and competencies. Furthermore, to achieve integrated knowledge, teaching this topic seeks contexts and discussions that can generate reflection and broaden students' worldview, in order to form a critical and conscious citizen. However, some research deals with the Teaching of Radioactivity in Basic Education and the difficulties that teachers from different curricular components encounter when addressing this content in their classes; such difficulties occur due to the different formation the teachers who address these contents go through – generally, chemistry, physics and biology –, or even result from gaps left in teachers' training during undergraduate studies. In this case, the construction of a material with a logical and structured sequence of activities and a continuous teacher training course are elements that can help eliminate or minimize gaps in their training and contribute to the quality of Radioactivity Teaching. Thus, based on these reflections, the question that guided the development of this research arises: In what way can a course organized according to the principles of a potentially significant teaching unit, featuring historical episodes of radioactive accidents, enhance the training of Chemistry teachers in the context of High School? With regard to general objective 1, this thesis intends to promote the Scientific/Chemical Education of high school students, based on the use of historical episodes of radioactive accidents in a PMTU, through an approach containing interdisciplinary elements; and, in turn, with regard to general objective 2, the research aims to promote the initial/continued training of Chemistry teachers, who work in High School, for the use of historical episodes of radioactive accidents in a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS), containing interdisciplinary elements. A feasibility study was carried out in order to verify the effectiveness of the educational product developed. The research was characterized by a qualitative approach, with third-year high school teachers from different areas of knowledge as the investigated subjects. The data obtained in the feasibility study were used to improve the educational product and also to build a continued teacher training course. The course is structured in five modules and aims to discuss the theoretical foundations used to develop the educational product. Furthermore, it aims at guiding teachers in applying this product in the classroom in order to verify its viability in different contexts. To this end, the instruments used for data production were interviews, questionnaires and the logbooks of research teachers. Data analysis was performed using Discursive Text Analysis with the help of IRAMUTEQ software. The results obtained with the application of the presented Educational Product were positive and showed signs of significant learning and interdisciplinarity. Teachers and students showed good adherence to the work, which proved to be significant and practical. It is important to emphasize that continued education courses and the production of materials are necessary to assist teachers in the difficult task of promoting Meaningful Learning and interdisciplinarity, since they have a time limit due to the heavy workload and demands they face daily. The Educational Product is freely and publicly available on the website of the Graduate Program in Science and Mathematics Education at the University of Passo Fundo and on the Educapes platform at the link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1000153>.

**Keywords:** continuous teacher training; teaching of radioactivity; interdisciplinarity; Meaningful Learning Theory.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de competências no âmbito educativo .....	23
Quadro 2 - Princípios pedagógicos para promoção de uma aprendizagem significativa através de um ensino por competências. ....	24
Quadro 3 - Dissertações que compõem o <i>corpus</i> do estudo relacionado à radioatividade .....	44
Quadro 4 - Produtos educacionais que compõem o <i>corpus</i> dos estudos relacionados à radioatividade .....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão esquemática do contínuo aprendizagem mecânica -aprendizagem significativa .....	33
Figura 2 - Sistema hipotético de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x aprendizagem significativa e aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta. ....	34
Figura 3 - Capas do produto educacional .....	60
Figura 4 - Sumário.....	61
Figura 5 - Organização estrutural do material didático .....	62
Figura 6 - Material de Língua Inglesa .....	63
Figura 7 - Material de História .....	64
Figura 8 - Material de Língua Portuguesa .....	65
Figura 9 - Material de Biologia .....	65
Figura 10 - Material de Química .....	66
Figura 11 - Conteúdo específico de Química - Parte 1.....	67
Figura 12 - Conteúdo específico de Química - Parte 2.....	68
Figura 13 - Atividade colaborativa avaliativa .....	69
Figura 14 - Material do aluno .....	70
Figura 15 - Nuvem de palavras construída pelos estudantes.....	72
Figura 16 - Alunos durante a exibição do filme Radioactive.....	74
Figura 17 - Aula de Língua Inglesa .....	75
Figura 18 - Alunos durante a exibição de vídeo na aula de História.....	76
Figura 19 - Ilustrações realizadas pelos alunos a partir do poema Rosa de Hiroshima .....	77
Figura 20 - Mapa conceitual a respeito da organização do conhecimento.....	78
Figura 21 - Mapa conceitual a respeito da organização do conhecimento.....	79
Figura 22 - Diagrama de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) .....	84
Figura 23 - Organograma com a lista de palavras geradas de cada classe a partir do teste qui-quadrado.....	85
Figura 24 - Por que ensinar competências?.....	100
Figura 25 - Percepção dos cursistas acerca da Aprendizagem Significativa.....	101

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Formação dos participantes do curso .....	96
Gráfico 2 - Grau de instrução dos participantes do curso.....	97
Gráfico 3 - Conhecimento dos participantes do curso sobre a TAS.....	97
Gráfico 4 - Conhecimento dos participantes do curso sobre as UEPS .....	98
Gráfico 5 - Frequência com que trabalha de modo interdisciplinar .....	98
Gráfico 6 - Dificuldades encontradas ao trabalhar de modo interdisciplinar .....	99
Gráfico 7 - Qual o foco principal da aprendizagem significativa?.....	103
Gráfico 8 - Qual é o papel dos subsunçores na aprendizagem significativa?.....	103
Gráfico 9 - O que são organizadores prévios na TAS? .....	104
Gráfico 10 - O que envolve a diferenciação progressiva.....	104
Gráfico 11 - Situação problema 1 .....	105
Gráfico 12 - O papel da escola na promoção da aprendizagem significativa.....	105
Gráfico 13 - Quais são as vantagens da aprendizagem significativa em comparação com a memorização mecânica? .....	106
Gráfico 14 - Qual é o objetivo dos organizadores prévios na aprendizagem significativa? ..	106
Gráfico 15 - Situação-problema 2 .....	107
Gráfico 16 - Situação-problema 3 .....	107
Gráfico 17 - O que é interdisciplinaridade?.....	108
Gráfico 18 - Um projeto interdisciplinar bem-sucedido requer: .....	109
Gráfico 19 - Por que a interdisciplinaridade é importante na educação? .....	109
Gráfico 20 - Situação-problema I .....	110
Gráfico 21 - Qual é um benefício da abordagem interdisciplinar em sala de aula? .....	110
Gráfico 22 - Como a interdisciplinaridade pode preparar os alunos para enfrentar desafios do mundo real? .....	111

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>18</b>
2.1 Educação Básica e o ensino por competências .....	18
2.2 Competências da BNCC e o ensino de radioatividade .....	26
2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) .....	31
2.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) .....	36
2.5 A interdisciplinaridade na sala de aula .....	39
<b>3 A ABORDAGEM DE RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO .....</b>	<b>43</b>
3.1 Dissertações e Teses .....	44
3.2 Produtos Educacionais .....	46
<b>4 O PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>58</b>
4.1 A elaboração do produto educacional - UEPS .....	58
4.2 Estudo da viabilidade da UEPS .....	70
4.2.1 O relato do estudo de viabilidade .....	71
4.2.2 A voz dos professores envolvidos .....	82
4.3 Ajustes realizados no produto educacional a partir do estudo de viabilidade .....	92
<b>5 A PESQUISA .....</b>	<b>94</b>
5.1 Natureza da pesquisa e os instrumentos para produção dos dados .....	94
5.2 Participantes do estudo e lócus da prática .....	95
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>96</b>
6.1 Do perfil dos participantes do curso .....	96
6.2 Relato de aplicação: os módulos do curso .....	99
6.3 Análise do discurso dos professores acerca da aplicação do Produto Educacional .	112
6.3.1 Classe 1 – Percepção acerca do produto educacional e sua aplicação .....	112
6.3.2 Classe 2 – Avaliação dos professores acerca da aplicação da parte interdisciplinar .	115
6.3.3 Classe 3 – Avaliação acerca das metodologias e da TAS .....	120
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>136</b>

<b>APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE E - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES .....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE F - TCLE PARA OS PROFESSORES PARTICIPANTES DO CURSO..</b>	<b>141</b>
<b>APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO PRÉ-CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES .....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO SOBRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS).....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE .....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE J - QUESTIONÁRIO DISCURSIVO PÓS-CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES .....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>	<b>152</b>
<b>ANEXO B - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE .....</b>	<b>156</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Ensino Médio é um momento de amadurecimento psicológico e físico para os alunos, um tempo de descobertas, tanto emocionais quanto cognitivas. A Química é uma ciência que se ancora na realidade do estudante, e partindo dessa perspectiva considero o estudo de radioatividade ponto chave para o desenvolvimento crítico do aluno, uma vez que a humanidade testemunhou tragédias nesse contexto, seja por falta de conhecimento, seja por negligência ou mesmo em decorrência de fatores ambientais. Acredito que essa temática traz reflexões importantes que não podem ficar fora da sala de aula, uma vez que é norteadora de reflexões teóricas tanto dentro do campo das Ciências Naturais quanto das Ciências Sociais, no âmbito político, por exemplo.

No início deste texto, trago meu<sup>1</sup> memorial descritivo e alguns questionamentos que me levaram a desenvolver este trabalho.

Cursei Licenciatura em Química pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (turma 2015). Durante o curso, tornei-me professor temporário da Secretaria de Educação do Estado de Goiás, onde, por dois anos e meio, ministrei aulas de Química, Matemática e Física, no distrito de Ouroana, localizado na cidade de Rio Verde – GO. Ao final da graduação, senti a necessidade de aperfeiçoamento, encontrando oportunidade através do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID) e do Programa de Iniciação Científica Voluntária (PIVIC). No primeiro, realizei trabalhos na área de ensino-aprendizagem em Química no Colégio Estadual Martins Borges, localizado no município de Rio Verde – GO, e desenvolvi pesquisa voluntária com alelopatia para controle de pragas daninhas. Devido às atividades, mudei-me para Rio Verde – GO, onde resido atualmente, para me dedicar mais ao mundo acadêmico, além disso, comecei a lecionar Matemática na Escola Pássaro Azul para turmas do Ensino Fundamental – Anos Finais.

Ao concluir a Licenciatura em Química em 2015, ingressei no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Lá, desenvolvi pesquisa na área de bioenergia e submeti meu projeto à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), sendo contemplado com uma bolsa de estudos. Em março de 2015, desliguei-me do Colégio Pássaro Azul e em junho de 2015 iniciei um trabalho no Colégio Objetivo, atualmente colégio Educar de Rio Verde, onde permaneci até julho de 2021.

---

<sup>1</sup> A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, optou-se por, em algumas partes do texto, empregar a primeira pessoa do singular.

Durante a pós-graduação, em janeiro de 2017, passei a atuar como professor de Química do Ensino Médio no Colégio Ápice em Rio Verde – GO. Em fevereiro desse mesmo ano concluí o mestrado e em agosto iniciei a docência no Ensino Superior na Faculdade Objetivo de Rio Verde – GO, atualmente Faculdade Unibras de Goiás. Em junho de 2019, por ter sido aprovado em um concurso público para atuar como professor da Secretaria de Educação do Estado de Goiás – onde atuo como professor efetivo atualmente – desliguei-me do Colégio Ápice.

Em outubro de 2019 iniciei como professor de Química do Ensino Médio no Colégio Albert Einstein, em Rio Verde – Goiás, vínculo que mantive até dezembro de 2020, quando me decidi por continuar meus estudos, realizando a seleção do Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo (UPF-RS). A busca por um programa de pós-graduação na área de Ensino começou desde o término do mestrado, pois sempre vi a necessidade de aperfeiçoar minha formação pedagógica. Em janeiro de 2021, iniciei como professor de Química no Colégio Coopen de Rio Verde – GO, onde trabalho atualmente.

Acredito que a sala de aula é um espaço multicultural, onde cada um traz consigo experiências que podem e devem potencializar a aprendizagem. Assim, a escolha da temática “radioatividade” para compor esta tese veio por percepção da prática (ensino mais significativo, contextual), ou seja, da aproximação do que é ensinado em sala de aula com o cotidiano do aluno, em um universo no qual o estudante pode refletir e se tornar protagonista de seu próprio aprendizado.

Entendo que temáticas como “radioatividade” devem transpor as páginas do livro didático e devem se tornar um campo amplo de discussões tanto técnicas quanto políticas, para que o aluno compreenda a importância desse assunto para sua formação acadêmica e social.

No Ensino Médio, busca-se, em Ciências da Natureza, especialmente em Química, o entendimento da matéria e de suas transformações, porém, costumeiramente o estudo genérico da composição da matéria se atém à estrutura atômica, deixando-se de lado a importância de se conhecer bem o núcleo atômico. Segundo Cordeiro e Peduzzi (2010, p. 508), “esforços para o ensino de radioatividade parecem mais concentrados entre os educadores em Química; a perspectiva da maioria dos trabalhos, porém, não é histórica, filosófica e sociológica”.

Dentro de uma reação química, o núcleo atômico em si permanece inalterado; as mudanças ocorridas são praticamente extranucleares, porém, o núcleo atômico pode sofrer mudanças em algumas reações, e essas mudanças e sua relação com a sociedade são o foco central desta tese.



Fagundes, Zara e Oliveira (2021) lembram que o aluno traz consigo uma série de conhecimentos prévios acerca dos mais diversos assuntos abordados em sala de aula, aprendizagens advindas de conhecimento social e familiar ou da mídia. Lembra também que o professor deve considerar esses conhecimentos e observar que muitas vezes os conceitos adquiridos até aqui contêm equívocos do ponto de vista científico, problema esse que é capaz de prejudicar a construção do conhecimento científico escolar. Tal problema, segundo Bachelard (1996), é um obstáculo epistemológico.

Araújo e Dickman (2013) destacam que um dos principais fatores para a deficiência no ensino do tema radioatividade no Ensino Médio está relacionado com o despreparo advindo da formação acadêmica inicial dos professores. Outro fato importante apontado pelos autores é que muitos docentes lecionam disciplinas que não condizem com sua formação inicial. E a justificativa apresentada por 24% dos professores no levantamento feito para não trabalhar radioatividade é a de que não dominam bem o assunto em questão.

Outro problema apontado é o enfoque trabalhado por professores de diversas áreas do conhecimento que lecionam o conteúdo, sendo que os graduados em Física e Química priorizam o ensino de conceitos de radiação, meia vida atômica, fissão e fusão nuclear, conservação de energia, decaimentos radioativos, acidentes nucleares e aplicações na medicina, engenharia e agricultura. Porém, observa-se que ocorre um enfoque maior nas vantagens e desvantagens da energia nuclear, como por exemplo seu impactos biológicos e ambientais, quando a formação inicial do professor é Biologia (Araújo; Dickman, 2013).

A respeito da má formação docente, Teixeira *et al.* (2012) apontam que há concepções equivocadas e vagas nos conceitos a respeito de radioatividade construídos por estudantes de Licenciatura em Química. Faz-se necessária, portanto, uma discussão mais aprofundada na formação docente a fim de proporcionar aos futuros professores uma formação sólida e que possibilite discussões sociocientíficas em sua prática profissional.

O tema em questão pode ser encontrado em livros de Química e Física do Ensino Médio. A partir do cenário apresentado e na intenção de colaborar para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, pauto minha pesquisa no seguinte questionamento: **De que forma um curso organizado segundo os pressupostos de uma unidade de ensino potencialmente significativa, com episódios históricos de acidentes radioativos, pode favorecer a formação de professores de Química, no âmbito do Ensino Médio?**

No que refere ao objetivo geral 1, esta tese pretende promover a Educação Científica/Química de estudantes do Ensino Médio, a partir da utilização de episódios históricos de acidentes radioativos em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), por

meio de uma abordagem contendo elementos interdisciplinares; e, por sua vez, no que concerne ao objetivo geral 2, a pesquisa visa promover a formação inicial/continuada de professores de Química, que atuam no Ensino Médio, para a utilização de episódios históricos de acidentes radioativos em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), contendo elementos interdisciplinares.

Como objetivos específicos, o trabalho pretende:

- Compreender a educação básica no que tange a BNCC, ao ensino por competências e a interdisciplinaridade.
- Discorrer sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no ensino de Química.
- Refletir sobre os acidentes radioativos num contexto interdisciplinar a fim de subsidiar a estruturação do produto educacional.
- Desenvolver uma UEPS como produto educacional com ênfase em acidentes radioativos contendo elementos interdisciplinares.
- Elaborar e implementar um curso de formação de professores de Ciências da Natureza para capacitá-los a ministrar aulas na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, utilizando uma UEPS interdisciplinar como estratégia de ensino.
- Identificar percepções docentes sobre um ensino interdisciplinar com a utilização de uma UEPS.

A fim de atingir tais objetivos optou-se por uma pesquisa qualitativa de caráter participante, o Produto Educacional elaborado foi aplicado em uma turma da 3ª Série do Ensino Médio e os resultados da aplicação, assim como os professores participantes foram ouvidos e os dados analisados às luzes da Análise Textual Discursiva (ATD). O produto educacional passou por adaptações, em seguida foi elaborado um curso de formação de professores, onde os mesmos passaram por uma imersão acerca dos temas que abarcam esta tese, bem como do Produto Educacional Vinculado a ela. Três professores replicaram a aplicação do produto educacional em suas realidades, foram ouvidos e seus dados analisados segundo a ATD.

Para abordar todos os tópicos necessários a tese está estruturada do seguinte modo: o capítulo 2 versa sobre os pressupostos teóricos que ancoram o produto educacional desenvolvido. Nesse capítulo, são abordadas as relações entre a Educação Básica e o ensino de competências e de radioatividade e promove-se uma reflexão acerca da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018) e de sua implementação. Além disso, busca-se elucidar os princípios

da Aprendizagem Significativa e os passos necessários para se construir uma UEPS. No capítulo 3, procede-se a uma revisão de dissertações e produtos educacionais desenvolvidos com a temática radioatividade para o Ensino Médio. Já o capítulo 4 versa sobre o produto educacional desenvolvido, sua aplicação em sala de aula como estudo de viabilidade e as considerações dos professores envolvidos no processo de aplicação. O capítulo 5, por sua vez, aborda a pesquisa e os instrumentos de coleta de dados que serão utilizados, o perfil dos participantes e o lócus da prática. Por fim, o capítulo 6 é destinado aos resultados e às discussões obtidos com a pesquisa.

## **2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS**

Nesta seção, busca-se elucidar o conceito de competência e sua importância na Educação Básica, haja visto que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) está organizada em habilidades que culminam no atingir competências gerais para cada área do conhecimento. Além disso, pretende-se fundamentar a escolha da temática “radioatividade” baseando-se nas competências gerais e nas habilidades previstas na BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Serão apresentados elementos que caracterizam a TAS e a fundamentação necessária para se compreender a estruturação de uma UEPS; além de discussões acerca do conceito e da relevância da interdisciplinaridade em sala de aula.

### **2.1 Educação Básica e o ensino por competências**

Nos primórdios da humanidade, a educação era uma ação espontânea, os indivíduos aprendiam com a prática do cotidiano coletivo, focada na sobrevivência, semelhante às outras habilidades desenvolvidas pelo ser humano; nesse contexto, o trabalho também era comum a todos os membros da comunidade. A escola como instituição apresentou-se a partir do momento em que ocorreu a divisão do trabalho, contribuindo para o aprimoramento das habilidades. A escola é a única instituição formal que é imposta a todos por um longo período de tempo e mantém um contato sistemático com crianças e jovens. Entende-se que é nela que devem ser criadas condições para que o indivíduo se desenvolva em todos os aspectos da vida profissional (Masini, 2016).

Nesse mesmo sentido, Masini (2016) ainda afirma que é necessário que todos os participantes do processo, principalmente os educadores, cultivem entre si uma confiança que respeita a individualidade e a singularidade de seus educandos, sem comparar o ritmo de desenvolvimento e aprendizagem individual a qualquer outro. Para tanto, é necessário agir conforme as especificidades do indivíduo, reconhecendo seus conhecimentos prévios e as características inseridas no contexto de desenvolvimento em que está inserido.

A partir disto, o conceito de competência é apresentado já na década de 1970, tendo um maior enfoque entre os anos 1990. O termo tornou-se popular nas organizações empresariais e no ensino profissional e agora emerge no Ensino Básico e Superior. Essa concepção tem ganhado grande visibilidade educacional, pois apresenta um território fértil para o desenvolvimento promissor do educando, contudo, o movimento ainda é marcado por

divergências em razão de fundamentos atribuídos a um ou a outro modelo pedagógico (Bersan; Cloux, 2020).

Para Bersan e Cloux (2020), a tomada de decisões e a resolução de problemas é o ponto chave dessa abordagem educacional. No âmbito escolar, o enfoque para essa modalidade está centrado em mobilizar recursos, conhecimentos e um conjunto de saberes, a partir das experiências vivenciadas pelos alunos, ao invés, da simples memorização do conhecimento.

A BNCC (Brasil, 2018) é um exemplo do avanço no ensino a partir de uma perspectiva de competências, tal proposta governamental é alinhada à Estratégia 2020 do Banco Mundial (BM): “Aprendizagem para Todos, Investir nos Conhecimentos e Competências das Pessoas Para Promover o Desenvolvimento”.

Dourado e Siqueira (2019) fazem uma reflexão sobre a criação da BNCC e o projeto de governo e de poder que vem sendo implementado no país, o qual, segundo os autores, utiliza como estratégia o conhecimento para promover novas formas de conhecer, organizar, avaliar e controlar os processos formativos nas escolas. Os mesmos autores ainda lembram que “A Pedagogia das Competências” como fundamento teórico para a BNCC não é algo novo e destacam que o movimento que defende o ensino a partir de competências é defendido por diversos organismos internacionais (OCDE<sup>2</sup>, Banco Mundial<sup>3</sup>, UNESCO<sup>4</sup>, CEPAL<sup>5</sup>).

Nesse sentido, a BNCC retrocede por acabar se ancorando de alguma forma em teorias que já foram amplamente criticadas pela educação brasileira, tais como: a Teoria do Capital Humano (1950) e a Conferência Mundial Sobre Educação para Todos (Jomtien, Tailândia – 1990), com seu documento “Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem” (NEBAS).

A relação entre o capital e o trabalho se caracteriza como um campo constante de disputa de forças, gerando conflitos e contradições. O trabalho, sendo um dos elementos constitutivos da relação social, se vê integrado ao capital, sendo sua força de trabalho transformada em valor de troca. Essa dinâmica reflete diretamente a teoria do capital, que fundamenta sua crítica no fato de que, no sistema capitalista, o trabalho é a fonte de toda a riqueza, mas, ao ser mercantilizado, acaba por se alienar do trabalhador. Essa alienação evidencia como a força de

---

<sup>2</sup> A OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) visa promover o desenvolvimento econômico e o bem-estar social.

<sup>3</sup> O Banco Mundial é uma instituição financeira internacional que efetua empréstimos para países em desenvolvimento.

<sup>4</sup> A UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) é uma agência especializada das Nações Unidas com o objetivo de contribuir para a paz e segurança no mundo mediante a educação, as ciências naturais, as ciências sociais/humanas e a comunicação/informação.

<sup>5</sup> A CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe) é uma das comissões das Nações Unidas e sua função é monitorar e assessorar políticas que promovam o desenvolvimento econômico e social da região, além de fortalecer as relações comerciais entre os países da América Latina e do Caribe.

trabalho, constantemente explorada e convertida em capital, se configura em um cenário de constante oposição entre as classes sociais, em uma luta contínua de interesses conflitantes (Pereira da Silva, 2018).

A padronização do ensino, determinando as competências e as habilidades mínimas que um indivíduo deve adquirir ao longo de sua formação, não é algo novo. Popkewitz (1997) afirma que a exigência de uma padronização do ensino em um país apresenta um “suposto” consenso do que é moral e intelectualmente apropriado; além de padronizar os programas escolares, negligenciando a autonomia pedagógica dos diferentes autores que constroem o processo educacional. Tal padronização pode ser observada nas avaliações externas que visam avaliar a qualidade da educação, e que por vezes é justificada como uma avaliação da aprendizagem.

Para Horta Neto (2013) o termo prova carrega uma alta carga semântica, indicando que aquele que se submete deve provar algo a alguém, e isso não faz o menor sentido quando discutimos avaliação da aprendizagem. Para o autor a palavra teste está menos carregada deste sentido, pois remete-se a uma verificação, ou seja, testar uma situação que está ocorrendo, para por exemplo propor intervenções; pois por ser um teste, este não prova nada. Partindo desta concepção, podemos inferir a alta carga semântica dispensada sobre as escolas e docentes que são submetidos ao Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que aplica a “Prova Brasil”. Ao mesmo tempo que se busca avaliar a aprendizagem, dispensamos sobre os agentes envolvidos no processo de ensino uma pressão psicológica alta, como se o sucesso de seu trabalho fosse resumido a uma única prova. Horta Neto (2013, p. 45-46, *grifos nosso*) afirma que:

**Medir uma realidade não significa que estamos avaliando.** A medida é a etapa inicial que enceta uma avaliação. Assim, se o objetivo é conhecer determinada realidade, ela deve ser identificada a partir da realização de um conjunto de medidas que trazem informações sobre essa realidade que se procura conhecer. As medidas sozinhas, a partir da observação empírica, têm pouco significado. Para que tenham significado, é preciso que elas sejam comparadas a outras medidas, ou a uma situação ideal, um padrão definido por um dado conjunto de atores, com base em critérios e com objetivos a atingir determinados fins. A partir dessa comparação, é possível fazer um julgamento, emitir um juízo de valor, sobre o que foi medido. Mas mesmo esse juízo de valor ainda se constitui uma das etapas do processo avaliativos, não o encerrando. **Apenas julgar determinada realidade não é adequada não fará com que ela, por si só, se modifique.** Assim, é preciso **identificar** as causas dessa não adequação e **atuar** para superá-las encerrando-se aí o ciclo da avaliação.

Com base nisso, podemos inferir que é importante avaliar a aprendizagem dos estudantes, porém os instrumentos utilizados para tanto são complexos e necessitam de uma

análise responsável; pois o objetivo da avaliação não é encontrar um culpado para resultados não satisfatórios, ou então comparar instituições e/ou lugares, já que as particularidades de cada lugar devem ser respeitadas neste processo de avaliação. Afinal, a avaliação é essencial para intervir em uma realidade e buscar soluções efetivas para os problemas identificados.

Fulbeck (2012) destaca uma problemática das avaliações que ocorre em alguns sistemas de ensino, segundo seu relato alguns sistemas utilizam uma estratégia de premiação para não perder seus melhores professores, porém a autora destaca alguns problemas desta proposta; pois, essa premissa de que o professor toma suas decisões em resposta ao dinheiro que recebe não garante que estes se mobilizem todos os anos para receber o prêmio. Além disso, a autora ainda destaca que alguns professores se sentem desconfortáveis e desprestigiados com a situação de depender de um prêmio, pois isso insinua que os mesmos estão evitando melhorias no desempenho de seus estudantes a espera de um pagamento mais alto, ou ainda podem se sentir ineficientes por não saber o que é necessário ser feito para melhorar os resultados existentes, gerando um sentimento de desconfiança entre professores e gestores. Com tantos impactos negativos, esta estratégia necessita ser repensada e estudada com mais responsabilidade para evitar um efeito contrário de desmotivação, frustração e insegurança nos docentes.

Em sua revisão Horta Neto (2013) destaca que a pressão sobre as escolas e suas professoras tem causado efeitos perversos nos EUA. A partir dos estudos revisados observou-se que os sistemas de ensino orientam os professores sobre o que vai ser cobrado nos testes e que cerca de 20% do ano escolar é utilizado na preparação para estes testes. Além disso 85% dos professores de escolas públicas afirmam que as instituições de ensino dão menos atenção ao que não é cobrado nestes testes, 40% das professoras americanas retratam que conseguem melhorar o desempenho de sua escola nos testes sem melhorar a aprendizagem e três quartos delas acreditam que a pontuação e o *ranking* das escolas não retratam com fidedignidade a qualidade da educação.

Observa-se uma evidente discrepância entre os resultados obtidos nos testes e as reais capacidades dos alunos. Embora os testes possam indicar um desempenho satisfatório, isso não significa que a realidade corresponda a tais resultados, especialmente quando se leva em consideração que a importância que se dá ao conteúdo que será avaliado é totalmente diferente a outros temas igualmente relevantes, negligenciando-os (Horta Neto, 2013). Essa discussão reforça a concepção de frustração encontrada em diversos docentes, que estão lidando diariamente com uma realidade diferente da que é publicizada nos meios de comunicação.

Ao que tange à BNCC, Dourado e Siqueira (2019) chamam a atenção para o discurso que é utilizado para defender sua implementação a partir da existência de uma parte comum e uma parte diversificada no currículo; na prática, os autores afirmam que podemos notar uma padronização e homogeneização dos conteúdos, objetivos e habilidades e ainda reforçam que aquilo que intitulam de “base” torna-se um “currículo mínimo”, principalmente em municípios que não possuem uma proposta pedagógica sólida para as etapas e modalidades de ensino que ofertam.

Após as reflexões externadas acerca da criação e implementação de uma base comum, vamos retomar as discussões a partir de Zabala e Arnau (2014) acerca do surgimento do termo “competência”, que vem da necessidade de superar um ensino mecanizado, trazendo as problemáticas para a vida real do aluno, ou seja, apresentando um maior grau de relevância.

Os mesmos autores ainda enfatizam que, no âmbito escolar, o ensino deve possibilitar ao educando a capacidade de responder aos problemas que serão expostos ao longo da vida, logo, a competência consistirá em intervenções, mediante ações, nas quais se mobilizem componentes atitudinais, procedimentais e conceituais. Os conhecimentos adquiridos pelos alunos estão diretamente relacionados às competências através de habilidades e atitudes, de modo que contribuam para o pleno desenvolvimento da personalidade do educando em todos os campos da vida; englobando o âmbito social, o interpessoal, o pessoal e o profissional.

Promover uma relação de ensino-aprendizagem baseada em competências é uma das formas de ensino mais consistentes que pode ser utilizada, auxiliando os alunos a responder a situações, conflitos e problemas relacionados à vida real, porém, respeitando as características de cada envolvido. A fundamentação de uma competência não pode então ser reduzida ao conhecimento que os saberes científicos fornecem, ou seja, deve-se utilizar uma abordagem educacional conjunta com grande parte dos componentes curriculares. Não existe uma metodologia própria para ensinar competências, porém, sabe-se que é necessário um enfoque globalizador onde devem ser utilizadas diferentes estratégias metodológicas a fim de desenvolvê-las nos estudantes (Zabala; Arnau, 2014).

O Quadro 1 mostra as definições de competência no âmbito educativo:



Quadro 1 - Definições de competências no âmbito educativo

	Divisão Semântica				Dimensão Estrutural
	O que é?	Para quê?	De que forma?	Onde?	Por meio de
Conselho Europeu <sup>6</sup>		Permitem realizar ações			Conhecimentos, habilidades e características individuais.
Eurydice CIDE		Permitem participar, de modo eficaz, na vida política			Capacidades, conhecimentos, atitudes.
Projeto DeSeCo OCDE <sup>7</sup>	Habilidade	Cumprir com êxito exigências complexas			Pré-requisitos psicossociais, habilidades práticas, conhecimentos, motivações, valores, atitudes e comportamentos.
Currículo Basco (documento base)	Capacidade	Para se enfrentar tarefas simples ou complexas	Com garantias de êxito	Em um contexto determinado	Operação (uma ação mental) sobre um objeto (é o que habitualmente chamamos “conhecimento”) para a obtenção de um determinado fim.
Monereo	Domínio	Resolução de problemas		Em determinado âmbito ou cenário da atividade humana	Ampla repertório de estratégias.
Perrenoud	Aptidão	Para enfrentar de modo eficaz, uma família de situações análogas	Mobilizando a consciência e de maneira rápida, pertinente e criativa	Em determinado âmbito ou cenário da atividade humana	Múltiplos recursos cognitivos: saberes, capacidades, microcompetências, informações, valores, atitudes, esquemas de percepção, de avaliação e de raciocínio.

Fonte: Zabala; Arnau (2014, p. 35).

Baseando-se no Quadro 1 e no que foi discutido até aqui, podemos notar a proximidade das ideias implementadas pela BNCC através do Ensino por Competências e as definições de competências elencadas por diversas instituições e autores; reafirmando a ótica de que é um ensino voltado para o capital e para o processo produtivo. Ao analisar a definição de competência proposta pela BNCC, encontramos: “[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (Brasil, 2018, p. 23).

<sup>6</sup> O Conselho Europeu é uma instituição da União Europeia que define as prioridades e orientações políticas gerais da União Europeia.

<sup>7</sup> O projeto DeSeCo (Definição e Seleção de Competências) foi iniciado pela OCDE com o objetivo de criar uma estrutura conceitual para o desenvolvimento e avaliação das competências individuais, de acordo com normas internacionais.

Nesse sentido, as propostas curriculares devem relacionar diretamente o cotidiano do aluno aos conteúdos apresentados em sala de aula a fim de propiciar uma aprendizagem significativa. O saber ler e escrever não é mais suficiente para suprir as necessidades da sociedade atual, que se apresenta em constante desenvolvimento. Compreender assuntos fragmentados não é mais o foco do sistema educacional, atualmente, o educando deve compreender uma problemática e conseguir se apropriar do conhecimento em um contexto global, porém, tornar a sala de aula um centro de discussões e reflexões acerca do mundo que cerca o educando não é uma tarefa fácil para os docentes (Bersan; Cloux, 2020).

Dentro das teorias da aprendizagem, encontram-se as teorias construtivistas e socioconstrutivistas, as quais elencam uma série de elementos e/ou condições para que o processo de ensino-aprendizagem seja mais significativo. Os vários pesquisadores dessa vertente interpretativa dos processos de aprendizagem contribuíram fortemente para se identificar os principais fatores e características que auxiliam no processo de ensino a fim de promover uma aprendizagem que seja o mais profunda e significativa possível. Dessa forma, podemos elencar, com base em Zabala e Arnau (2014), alguns princípios psicopedagógicos para que tal objetivo seja atingido (Quadro 2):

Quadro 2 - Princípios pedagógicos para promoção de uma aprendizagem significativa através de um ensino por competências.

Princípio Pedagógico	Descrição
Esquemas de conhecimento.	Os esquemas de conhecimento se definem como as representações que uma pessoa possui em dado momento sobre algum objeto ou conhecimento.
Conhecimentos prévios.	Os conhecimentos prévios são o ponto de partida para as novas aprendizagens.
Vinculação profunda entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios.	A verdadeira aprendizagem é produzida quando são estabelecidas relações substanciais e não arbitrárias entre o que já era parte das estruturas cognoscitivas dos alunos e o novo conteúdo de aprendizagem.
Nível de desenvolvimento.	As capacidades cognitivas de que o aluno dispõe para enfrentar uma nova aprendizagem delimitam o nível de conhecimento.
Zona de desenvolvimento proximal.	A zona de desenvolvimento proximal faz referência à distância entre o que se sabe e o que se deseja aprender.
Disposição para a aprendizagem	Na disposição para a aprendizagem, influenciam, junto com as capacidades cognitivas, os fatores vinculados às capacidades de equilíbrio pessoal, relação interpessoal e inserção social.
Relevância e funcionalidade dos novos conteúdos.	Uma das condições fundamentais para que uma aprendizagem seja significativa refere-se à necessidade de que esse novo conteúdo seja significativo por si mesmo.
Atividade mental e conflito cognitivo.	Para que a aprendizagem seja produzida, é indispensável o papel ativo e protagonista do aluno, que deve desenvolver uma atividade mental que possibilita a reelaboração de seus esquemas de conhecimento, processo na qual tem uma especial relevância o conflito cognitivo por meio do qual o aluno questiona suas ideias, como passo prévio para a construção de significado.
Atitude favorável, sentido e motivação.	Aprender significativamente representa um esforço, e essa aprendizagem não se realizará se não existir uma atitude favorável com o objeto de aprendizagem.

Autoestima, autoconceito e expectativas.	O autoconceito e a autoestima incidem nas diversas capacidades das pessoas, em suas competências e em seu bem-estar. As expectativas de êxito e o resultado das ideias dispostas sobre cada um são determinantes para o desenvolvimento de uma atitude favorável.
Reflexão sobre a metacognição.	Regular a própria aprendizagem é um fator chave na aprendizagem de competências, uma vez que significa saber planejar quais estratégias de aprendizagem devem ser utilizadas em cada situação, aplicá-las, controlar o processo, avaliá-lo para detectar possíveis falhas e ser capaz de transferir tudo isso para uma nova atuação.
Análise estrutural das competências e aprendizagens de seus componentes.	Os princípios psicopedagógicos relacionados aos conhecimentos prévios nos apontam as bases sobre as quais as novas aprendizagens devem ser construídas. No caso das competências, referem-se ao maior ou menor grau que já possuem ou às habilidades, aos conhecimentos e às atitudes prévias de que já se dispõe em relação a seus componentes. O nível de desenvolvimento do aluno nos mostrará a dificuldade ou a facilidade para a aprendizagem das competências e, conseqüentemente, a necessidade de uma maior ou menor ajuda.
Aprendizagem dos fatos.	Um fato aprendido por meio da compreensão de um conceito associado pode ser utilizado em uma atuação competente quando de sua reprodução literal. A estratégia de estudo consistirá em repetir o objeto de estudo tantas vezes quantas forem necessárias até chegar a uma automatização da informação.
Aprendizagem dos conceitos.	Os conceitos e os princípios são aprendidos quando é possível utilizá-los para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação, ou então quando é possível situar os fatos, os objetos ou as situações reais no conceito que os inclui.
Aprendizagem dos procedimentos.	Os conteúdos procedimentais são aprendidos por meio de um processo de exercitação tutelada e refletida a partir de modelos científicos.
Aprendizagem das atitudes.	O processo de aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma valorização das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, o que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, uma implicação afetiva e uma revisão da própria atuação.
As competências e a importância de seu núcleo procedimental.	O domínio procedimental é chave no processo de aprendizagem das competências, pois é o que se corresponde às habilidades que devem ser desdobrar nas primeiras fases de aplicação de uma competência e, de modo concreto, na aplicação contextualizada do esquema de atuação.

Fonte: Autor (2025).

Os mesmos autores ainda afirmam que o ensino de competências possui características essenciais, como sua relevância para com a vida cotidiana do aluno, o grau de complexidade utilizado na situação apresentada, o seu caráter procedimental, ou seja, as atividades devem ser articuladas de modo a utilizar situações significativas e funcionais, nas quais o aluno seja capaz de compreender o procedimento e aplicá-lo em outra situação quando necessário.

A seguir, será possível ter uma visão clara de como o ensino de radioatividade está previsto para ser inserido na Educação Básica a partir das competências específicas da área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias presentes na BNCC.

## 2.2 Competências da BNCC e o ensino de radioatividade

Segundo Cordeiro e Peduzzi (2010), é importante apontar que a radioatividade apresenta uma intersecção entre Física e Química, porém, o assunto é mais discutido pelos educadores em Química. Tal assunto atualmente deve ser tratado visando ao desenvolvimento de competências; segundo Zabala e Arnau (2014), esse é um meio de propiciar um ensino integral, porém, que ainda hoje é pouco utilizado. Os autores ainda destacam que a introdução do conceito de competência é utilizada para difundir princípios pedagógicos de forma generalizada e propicia ao aluno uma apropriação do conhecimento para toda a vida. As propostas curriculares têm sofrido uma transformação lenta, mas que apresentam uma superação da visão centrada em conteúdos temáticos para uma visão centrada nos alunos.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9.394/96, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (Brasil, 1999) e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), que são os documentos norteadores da Educação Básica Brasileira, o ensino de Química deve possibilitar aos estudantes o desenvolvimento da cidadania, estimulando o senso crítico e não a mera reprodução de informações.

Os PCN incluem a energia nuclear no âmbito da sala de aula com discussões sociais, ambientais e sua comparação com os demais tipos de energia, sendo essa considerada uma energia limpa ao se referir aos gases estufa e uma fonte de energia não limpa ao se considerar o lixo radioativo gerado em seu processo de execução. Tal abertura permite ao professor um amplo caminho de discussões a fim de formar um cidadão crítico e capaz de opinar e até de intervir nas diversas realidades sociais que vivencia.

A BNCC (Brasil, 2018) não faz alusão direta ao ensino de radioatividade, pois está estruturada a partir de competências e habilidades que devem ser adquiridas pelos educandos no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Zabala e Arnau (2014), quando se trabalha através de um ensino por competências, deve-se realizar uma análise de cada competência para que se seja capaz de identificar a disciplina científica e quais conteúdos são necessários para apropriar-se de tal conhecimento. A partir disto, pode-se identificar que alguns conteúdos necessários para desenvolver determinadas habilidades inerentes a determinadas competências são disciplinares, outros interdisciplinares (dependem de mais de uma disciplina) e outros, ainda, metadisciplinares (não estão sustentados por nenhuma disciplina acadêmica). Partindo da concepção desses autores e analisando a BNCC (Brasil, 2018), elencamos a seguir as competências e as habilidades que de alguma forma interagem com o conteúdo de

radioatividade. A primeira delas, a competência específica 1 de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, dispõe que o aluno, ao concluir o Ensino Médio, deve ser capaz de:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (p. 539).

Tal competência traz a relação entre matéria e energia, assunto este que pode ser tratado ao se abordar energia nuclear em sala de aula, assim como os processos de fissão e fusão nuclear e os acidentes radioativos, já que os alunos devem ser capazes de tomar decisões responsáveis e conscientes diante dos diversos desafios contemporâneos, e aqui, como um desses desafios pode-se elencar a necessidade de uma produção de energia eficiente e sustentável.

Dentro das habilidades propostas para a competência 1, o documento ainda menciona que o aluno deve ser capaz de:

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais (p. 541).

Essas habilidades podem ser contextualizadas com o tema em questão, uma vez que a produção de energia elétrica a partir da energia nuclear é um método eficiente e que gera baixo dano ambiental, se compararmos com a poluição atmosférica produzida pela geração de energia através de combustíveis fósseis. Também nessa perspectiva pode-se discutir o problema ocasionado na produção do lixo radioativo e as implicações socioambientais dos acidentes ocorridos para formar um cidadão crítico e capaz de intervir com a realidade vivenciada no século XXI.

Ainda na área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, a BNCC (Brasil, 2018, p. 542) dispõe em sua competência 2 que o aluno deve ser capaz de “Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis”, e, como habilidade dessa competência, especifica: “(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências” (p. 543).

Essa habilidade pode ser relacionada com os processos científicos de produção de energia nuclear, levando os alunos a reconhecerem os limites da ciência e as incertezas que estão relacionados com os processos radioativos.

O documento ainda afirma em sua competência 3 para a área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias que o aluno deve:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (p. 544).

Trazendo como habilidades para essa competência:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de



materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais (p. 545).

Todas as habilidades e competências abordadas até aqui interagem de alguma maneira com a radioatividade, seja no âmbito da saúde, no qual ela é utilizada por exemplo no tratamento de câncer, seja no âmbito socioambiental, no qual é utilizada para produção de energia “limpa”. A expressão “energia limpa”, no geral, refere-se a fontes de energia que não geram poluição atmosférica, ou seja, não contribuem para a intensificação do efeito estufa e conseqüentemente para o aumento da temperatura do planeta através do aquecimento global. Ao discutir esse tema em sala de aula, o professor deve ser capaz de levar o aluno a refletir sobre os prós e os contras da energia nuclear, pois há diversos impactos ambientais negativos provenientes da utilização desse recurso, como: geração de lixo radioativo, aquecimento da água de oceanos/mares, etc., Isso torna essa temática de fundamental importância para fomentar discussões no âmbito científico e tecnológico em sala de aula, promovendo uma educação crítica e reflexiva.

O Documento Curricular para Goiás Ampliado (DCGO-Ampliado) é o documento que norteia o currículo do estado de Goiás para os diferentes níveis de Ensino. Esse documento foi elaborado a partir da BNCC e visa nortear e facilitar o trabalho do docente ao interpretar as habilidades das diferentes áreas do conhecimento. A temática abordada nesta tese está prevista neste documento curricular para ser trabalhada durante o 4º Bimestre da 3ª Série na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; o DCGO-Ampliado não faz distinção de qual componente curricular da área que deve trabalhar a temática. O documento traz onze objetivos de aprendizagem para a temática elencada, vinculados a cinco habilidades da BNCC para a área de ciências da natureza. As habilidades da BNCC citadas no documento para essa temática são:

(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana (p. 252-255).

Vinculam-se a essas cinco habilidades os seguintes objetivos de aprendizagem:

(GO-EMCNT106G) Utilizar conhecimentos sobre energia nuclear, analisando processo de produção de energia elétrica por meio da fissão nuclear e funcionamento de reator nuclear para desenvolver senso crítico sobre esse tipo de energia em relação às demais fontes energéticas e dos impactos ambientais trazidos pela sua utilização e destino dos resíduos produzidos por esses processos.

(GO-EMCNT205G) Identificar doenças genéticas, considerando alterações moleculares, estruturais e numéricas dos cromossomos, bem como interferências externas ao genoma que influenciam na expressão do fenótipo para prever o caráter hereditário ou não de determinada anomalia em uma população. (GO-EMCNT205B) Conhecer o comportamento de partículas subatômicas, considerando conceitos relacionados à mecânica quântica para compreender suas aplicações e ferramentas tecnológicas que influenciam no desenvolvimento da sociedade.

(GO-EMCNT103A) Compreender conceitos de partículas e suas interações nas emissões radioativas, considerando um breve histórico do estudo das radiações para analisar seus riscos e potencialidades de sua aplicação no nosso cotidiano.

(GO-EMCNT103B) Diferenciar os três tipos de emissões radioativas (alfa, beta e gama), descrevendo o que ocorre com o núcleo quando uma dessas emissões é feita para avaliar os principais efeitos provocados por essas emissões radioativas nos organismos e no meio ambiente.

(GO-EMCNT103C) Aplicar as leis da radioatividade associando-as aos conceitos de número de massa, número atômico e isótopos para debater sobre eventos como acidentes nucleares (locais e mundiais) e suas principais consequências sociais e ambientais.

(GO-EMCNT103D) Identificar os tipos de radiações que incidem no planeta Terra e seus efeitos diretos e indiretos sobre os seres vivos, considerando conceitos físicos, químicos e biológicos para explicar os fenômenos naturais relacionados a manutenção dos ecossistemas.

(GO-EMCNT103F) Identificar eventos físicos, químicos e biológicos resultantes das interações das células com radiações ionizantes, analisando ruptura de ligações moleculares, formação de radicais livres, alterações nos ácidos nucleicos, dentre outras consequências destas interações para propor medidas de prevenção de riscos relacionados à exposição dos organismos aos materiais radioativos.

(GO-EMCNT103G) Identificar os efeitos das diferentes radiações sobre o organismo humanos, considerando tanto o tipo das células e tecidos afetados quanto às doses de radiações emitidas por fontes radioativas naturais ou equipamentos para avaliar riscos relacionados ao desenvolvimento de anomalias ou doenças hereditárias ou não.

(GO-EMCNT103H) Relacionar o uso de tipos específicos de radiações ao tratamento de doenças humanas, considerando a aplicação de técnicas, equipamentos e tecnologias da área de saúde para reafirmar a importância de pesquisas científicas no campo das ciências da natureza.

(GO-EMCNT302C) Comunicar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, utilizando textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica para promover contato com debates sobre resultados e conclusões.

(GO-EMCNT208C) Reconhecer processos de datação de fósseis, utilizando o conceito de meia-vida e conhecimentos matemáticos para deduzir a idade de seres e objetos e equipamentos utilizados no processo (p. 252-255).



Para promover um ensino que auxilie os estudantes a atingirem as competências propostas para a Educação Básica, o docente utiliza de diversas metodologias que se ancoram direta ou indiretamente em uma ou outra Teoria de Aprendizagem. A seguir, apresentamos os principais conceitos que envolvem a TAS, proposta por David P. Ausubel.

### 2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

David Ausubel é considerado o idealizador da TAS, uma teoria cognitivista, que trata das noções de aquisição, armazenamento e organização das ideias na construção da estrutura cognitiva do indivíduo. A partir disso, a aprendizagem é interpretada como a ampliação da estrutura cognitiva do indivíduo, acrescentando-se a esta estrutura elementos que a ela ainda não pertencem e/ou então elementos que estão presentes de forma desconexa (Silva Filho; Ferreira, 2022).

Aprender significativamente é um ato que envolve ideias que estão interligadas de maneira subjetiva e não arbitrária com aquilo que o aluno já conhece. O termo “subjetiva” remete àquilo que não é literal; já “não arbitrário” significa que a interação entre educador e educando não ocorre com qualquer conhecimento prévio, mas sim com algo especificamente relevante existente na estrutura cognitiva do aluno. A estrutura cognitiva é composta por um conjunto de subsunçores<sup>8</sup> inter-relacionados. Nessa perspectiva, há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas tal aspecto pode inverter-se caso haja uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros (Moreira, 2011).

A relação de ensino-aprendizagem envolve uma situação de ensino na qual uma pessoa, propositadamente, auxilia a outra a aprender. Contudo, o conhecimento individual não é algo concreto; é construído a partir das experiências já vivenciadas pelo educando. Existe ainda uma dinâmica interpretativa entre os conceitos que são ensinados e os conceitos firmados a partir dessas vivências já experimentadas pelo aluno. Essa relação entre o que é ensinado e o que é aprendido passa por diversos níveis, que envolvem o professor, o aluno e o material de ensino utilizado (Agra *et al.*, 2019).

Em sua obra *The Psychology of meaningful verbal learning*, Ausubel (1968), enfatiza que sua teoria parte da maneira como o conhecimento vem sendo assimilado à medida que o

---

<sup>8</sup> Subsunçor é o nome que se dá ao conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (MOREIRA, 2011, p. 14).

indivíduo se situa no mundo. A partir disto, o seguinte trecho refere-se ao princípio da diferenciação progressiva, proposto pelo autor para ser utilizada como um mecanismo eficaz na aplicação do conteúdo nos diferentes níveis de ensino, a fim de promover uma Aprendizagem Significativa.

[...] de acordo com os princípios da diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e inclusiva das disciplinas são apresentadas primeiro, e são então, progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidade. Esta ordem de apresentação presumivelmente corresponde a sequência natural de aquisição da consciência e sofisticação cognitiva quando os seres humanos são expostos a um campo totalmente desconhecido de conhecimento [...] também corresponde a forma postulada com que esse conhecimento é representado, organizado e armazenado no sistema nervoso humano (Ausubel, 1968, p. 79, tradução nossa).<sup>9</sup>

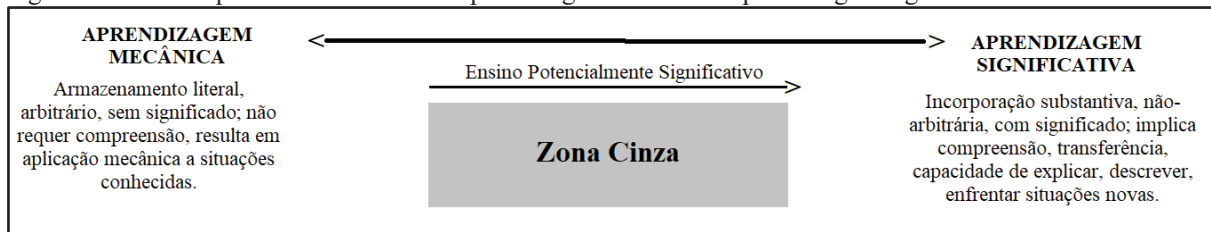
Nessa perspectiva, vários são os fatores que influenciam a aprendizagem, porém, há duas condições essenciais para que ocorra aprendizagem significativa: 1) novos conhecimentos (propostos pelos materiais educacionais) potencialmente significativos e 2) predisposição do indivíduo para aprender. Os subsunçores são uma pré-disposição para essa primeira condição, pois, se este não existir, nenhum novo conhecimento será potencialmente significativo. A segunda condição também está relacionada a esses subsunçores, pois, quanto mais um indivíduo compreende determinado assunto, mais ele se predispõe a aprender novas informações nesse campo de conhecimento ou em campos afins.

Se refletirmos sobre a aprendizagem mecânica, perceberemos que o inverso acontece, ou seja, quanto mais é estimulado a decorar determinado assunto mecanicamente, mais o indivíduo se predispõe contra esses conteúdos ou disciplinas. Resumindo, o aluno aprende a partir daquilo que ele já sabe; ou seja, a partir dos conhecimentos que já foram firmados em sua estrutura cognitiva prévia. Sendo assim, qualquer tentativa de ensinar o aluno deve partir dos conhecimentos que ele já possui, firmados em sua estrutura cognitiva, de modo a estimular seu aprendizado de forma significativa (Moreira, 2011). Observa-se na Figura 1 a relação entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, sugerindo que, na prática, grande parte da aprendizagem ocorre em uma zona intermediária, sendo que o ensino potencialmente significativo pode facilitar a caminhada do aluno através da zona cinza:

---

<sup>9</sup> “[...] in accordance with the principles of progressive differentiation, the most general and inclusive ideas of the discipline are presented first, and are then progressively differentiation in terms of detail and specificity. This order of presentation presumably corresponds to the natural sequence of acquiring cognitive awareness and sophistication when human beings are exposed either to an entirely un-familiar field of knowledge [...] also corresponds to the postulated way in which this knowledge is represented, organized, and stored in the human nervous system”.

Figura 1 - Visão esquemática do contínuo aprendizagem mecânica -aprendizagem significativa



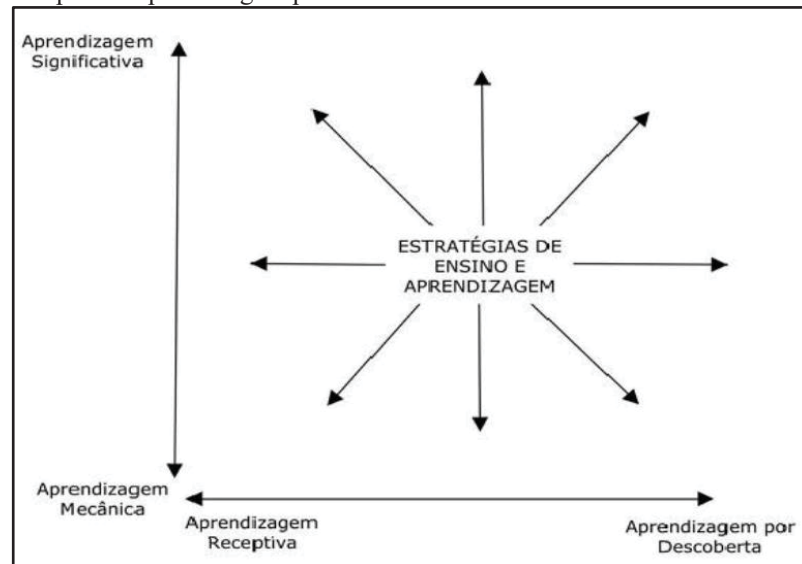
Fonte: Adaptado de Moreira (2011, p. 32).

Um equívoco comum entre professores é imaginar que o ensino inicialmente ocorre de forma mecânica, porém, ao final do processo, a aprendizagem será significativa. De fato, tal situação pode ocorrer, porém, depende da existência dos subsunçores adequados na estrutura cognitiva do aluno, da sua pré-disposição a aprender, dos materiais potencialmente significativos utilizados no processo de ensino-aprendizagem e da mediação do professor durante o processo. Na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas, e o que predomina, nesse caso, é a aprendizagem mecânica. A aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que geralmente não é imediato. O processo pode ser longo e envolve negociação de significados entre docentes e discentes (Moreira, 2011).

De acordo com o mesmo autor, dentro dessa premissa, apresenta-se como discussão a diferença entre aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta, a primeira é geralmente tratada como condição para aprendizagem mecânica e a segunda como condição para aprendizagem significativa. Porém, há que se considerar outros fatores; a aprendizagem receptiva ocorre quando o indivíduo “recebe” a informação e/ou o conhecimento a ser aprendido em sua forma final. Contudo, isso não significa que essa aprendizagem seja passiva, muito menos que esteja associada ao ensino tradicional. A “recepção” do novo conhecimento pode ocorrer através de um livro, um filme, uma aula de laboratório, uma simulação computacional, etc. Aprender receptivamente significa que o aprendiz não precisa descobrir para aprender, porém, não implica passividade; pelo contrário, a aprendizagem significativa receptiva requer muita atividade cognitiva do indivíduo para relacionar os novos conhecimentos com aqueles já existentes em sua estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de

significados, ancoragem, diferenciação progressiva<sup>10</sup> e reconciliação integradora<sup>11</sup>. Pode-se observar tal relação na Figura 2:

Figura 2 - Sistema hipotético de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica x aprendizagem significativa e aprendizagem receptiva x aprendizagem por descoberta.



Fonte: Moreira (2011, p. 35).

Observando-se o esquema apresentado, pode-se notar que diferentes estratégias de ensino-aprendizagem podem levar o estudante a diferentes modos de aprender. Nesse sentido, relevante compreender que não necessariamente aprender significativamente significa aprender por descoberta, tampouco que aprender mecanicamente significa aprender de forma receptiva. Nesse ponto, o professor apresenta papel fundamental, de modo que suas estratégias de ensino-aprendizagem consigam estar localizadas na Zona Cinza (Figura 1) de tal forma que o aprendizado se torne potencialmente significativo. Para tal, faz-se necessário o uso de diferentes estratégias de ensino e estímulos para construir os subsunçores necessários aos estudantes e, com isso, despertar nestes a pré-disposição a aprender.

Uma estratégia que pode ser utilizada para despertar o interesse dos alunos é a utilização de organizadores prévios para construir os conceitos e ideias mais gerais em sua estrutura cognitiva, pois, para aprender significativamente o conteúdo mais específico que está por ser apresentado, é necessário que ele possua um aporte de conhecimentos em que seja possível

<sup>10</sup> Na diferenciação progressiva, as ideias mais gerais devem ser apresentadas desde o início da instrução e progressivamente devem ser diferenciadas em termos de dificuldade e detalhes. As ideias centrais e mais importantes devem ser introduzidas desde o início (Ausubel, 2003).

<sup>11</sup> A reconciliação integradora ocorre quando se exploram as relações entre conceitos e proposições. É necessário observar as diferenças e semelhanças dos conceitos ensinados a fim de reconciliá-los em consistências reais e aparentes (Ausubel, 2003).

ancorar as novas ideias. Para tanto, parte-se do princípio de que o fator mais relevante para que a aprendizagem significativa ocorra é aquilo que o estudante já possui em sua estrutura cognitiva. A aprendizagem ocorre quando os novos assuntos são apropriados na estrutura cognitiva<sup>12</sup> pré-existente do educando. Os conceitos pré-existentes nessa estrutura cognitiva funcionam como âncora para sustentar as novas ideias, conceitos ou proposições que serão apresentados aos educandos (Moreira, 2011).

Partindo dessa premissa, segundo Ausubel (2003, p. 151, grifos do autor), os organizadores:

[...] são mecanismos pedagógicos que ajudam a implementar os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, estabelecendo a ligação entre o que o *aprendiz* já sabe e o que *precisa* de saber, caso pretenda apreender e reter, de forma eficaz, novos materiais de instrução.

Sendo assim, os organizadores apresentam ideias mais gerais que as contidas no material que se segue. Sua função, então, é a de interagir com os subsunçores substanciais presentes na estrutura cognitiva do educando, fornecendo, desse modo, apoio para apropriação do conteúdo mais detalhado que será apresentado na sequência. Para tanto, há duas estratégias que devem ser consideradas em caso de um material relativamente desconhecido ou de um material relativamente familiar. Se o material é relativamente desconhecido um organizador prévio expositivo, deve ser considerado, a fim de construir os subsunçores com o propósito de suprir a falta dos conceitos necessários para a aquisição do conhecimento. A função desse subsunçor construído é a de ancorar os novos conhecimentos que serão externalizados ao aluno para que haja uma apropriação relevante do assunto tratado. Por outro lado, se o material de aprendizagem trabalhado é relativamente familiar, pode-se utilizar uma estratégia comparativa, com a intenção de conflitar os conceitos existentes na estrutura cognitiva do aluno com as novas ideias apresentadas, de modo a convergirem na assimilação do assunto proposto. Para tanto, deve-se identificar o que o educando já possui em sua estrutura cognitiva e destacar sua importância para a aprendizagem do novo material (Ausubel, 2003).

Assim, a *aprendizagem significativa* ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (Moreira, 2011, p. 104, grifos do autor).

---

<sup>12</sup> Estrutura cognitiva é uma estruturação que há na mente do indivíduo na qual a organização e a integração dos conhecimentos se processam, ou seja, é entendida como o conteúdo e a organização de ideias que o indivíduo possui em determinada área do conhecimento (Moreira, 2011).

Para Ausubel os organizadores prévios são essenciais para gerar uma ponte de conhecimento entre o que o aprendiz já sabe e o que se espera que ele aprenda. Esse mecanismo é uma estratégia proposta por Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa. Para que seja considerado verdadeiro, um organizador prévio deve destinar-se a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos, e caso seja utilizado para facilitar diferentes tópicos, ele é chamado de pseudo-organizador. A partir do momento em que esse organizador altera a estrutura cognitiva do indivíduo, a aptidão deste aumenta para reter novas informações que sejam apresentadas. Sendo assim, o organizador promove uma visão mais geral em um nível de abstração mais alto do conteúdo a ser estudado, procurando assim promover um elo entre aquilo que o aluno já sabe e aquilo que ele necessita aprender significativamente. Além disso, os organizadores prévios ainda podem ser utilizados para resgatar, ativar ou recuperar os subsunçores da estrutura cognitiva do aluno (Moreira, 2011).

A fundamentação lógica para utilização dos organizadores prévios é descrita por Ausubel (2003):

1. A importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, *já* disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias *logicamente* significativas se tornem *potencialmente* significativas e as novas ideias *potencialmente* significativas se tornarem *realmente* significativas (i.e., possuírem novos significados), bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável.
2. As vantagens de se utilizarem as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como ideias ancoradas ou subsunçores, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução. Devido à maior aptidão e especificidade da relevância das mesmas, também usufruem de uma maior estabilidade, poder de explicação e capacidade integradora inerentes.
3. O facto de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e estarem explicitamente relacionados com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem (p. 12, grifos do autor).

Pode-se dizer que a principal função de um organizador prévio é servir de base para o educando, como um material introdutório, para que os conceitos mais específicos não lhe sejam apresentados de maneira descontextualizada. Para tanto, o ideal é que seja formulado em uma linguagem familiar, partindo-se de uma concepção mais ampla do conteúdo até atingir uma visão mais específica (Moreira *et al.*, 1982).

O produto educacional gerado no processo de produção desta tese é uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), os pressupostos para se produzir uma UEPS foram desenvolvidos por Marco Antônio Moreira como material facilitador para a promoção de uma aprendizagem significativa; discutiremos sobre este assunto a seguir.

## **2.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) visam contribuir para que o aluno atinja uma aprendizagem significativa; tais unidades são sequências de ensino que versam sobre o aprender significativamente ao invés do aprender mecanicamente.

Segundo Moreira (2011) só podemos afirmar que há ensino quando há aprendizagem e tal aprendizagem deve fazer sentido, ou seja, possuir significado para o indivíduo que a adquire. A aprendizagem é o ponto convergente das estratégias de ensino utilizadas em sala de aula e para atingir tal ponto é necessário que se faça uso de um material que seja potencialmente significativo, ou seja, um material que busque construir o aprendizado a partir dos subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aluno, e caso tais subsunçores não se façam presentes, é necessário que o material construa-os com o objetivo de introduzir novas ideias para que o educando seja capaz de aprender significativamente.

A fim de atingir a aprendizagem significativa, o mesmo autor ainda ressalta que: a variável que mais influencia na aprendizagem é o conhecimento prévio do estudante; a intencionalidade do aprendiz afeta a aprendizagem significativa; são necessários utilizar materiais que sejam potencialmente significativos; os conceitos só possuem sentido se aprendidos a partir de situações-problema; o professor é o mediador da captação de significados, logo, ele que organizará o processo de ensino e conduzirá os alunos a situações potencialmente significativas; o progresso do aluno deve ser avaliado de modo a buscar-se evidências de que houve aprendizagem significativa; é indispensável a relação entre professor, aluno e material educativo.

Para construir as UEPS, Moreira (2011) elenca os seguintes passos:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de



ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais (p. 3-5).

Além disso, segundo Moreira (2011), para atingir o objetivo – que é ensinar de maneira significativa –, durante as aulas o professor deve estabelecer um diálogo e evitar respostas prontas; logo, deve ser privilegiado um contexto em que há questionamento, a fim de que os estudantes sejam capazes de, a partir disso, construir as respostas necessárias para se solucionar os problemas. Sugere-se que as atividades propostas a serem desenvolvidas ao longo da UEPS



sejam colaborativas, porém, não há uma restrição que impeça a utilização de atividades individualmente.

Segundo Moreira (2011), o segundo passo para produção de uma UEPS é identificar os conhecimentos prévios dos estudantes; quando esses conhecimentos não são suficientes ou não são adequados para serem subsunçores do tema em questão, a ideia é propor uma sequência de atividades que construam esses subsunçores de forma não arbitrária e não literal para que o estudante consiga ancorar os novos conhecimentos em outros já presentes em sua estrutura cognitiva. Na UEPS desenvolvida neste trabalho, utiliza-se a interdisciplinaridade para construir a seção de organização do conhecimento e promover a construção ou ao menos tentar possibilitar a aquisição de alguns subsunçores que sejam capazes de ancorar os novos conhecimentos. Em seguida, podemos observar uma discussão sobre a interdisciplinaridade em sala de aula, algumas definições teóricas e argumentos que fundamentam sua utilização dentro da sala de aula.

## 2.5 A interdisciplinaridade na sala de aula

Em diversos setores é ampla a discussão da interdisciplinaridade, principalmente nos estabelecimentos de ensino, a fim de se formalizar um conceito que seja capaz de abarcar tal palavra em toda sua dimensão; apesar de frequentemente referida como algo novo, seu conceito vem sendo discutido desde meados do século XX (Costa *et al.*, 2021). Japiassu foi o responsável por introduzir no Brasil as concepções epistemológicas de interdisciplinaridade; já Ivani Fazenda é considerada responsável pela veiculação do tema no país, porém, esta, com viés pedagógico (Alves *et al.*, 2004).

Os fundamentos que sustentam a interdisciplinaridade surgem a partir de discussões disciplinares. Geralmente, o argumento baseia-se no preenchimento de lacunas que a disciplinaridade deixa e no reconhecimento de que a interdisciplinaridade alcança resultados que a disciplinaridade não seria capaz de alcançar (Costa *et al.*, 2021). Porém, antes de seguir com uma discussão pedagógica sobre a relevância da interdisciplinaridade em sala de aula, vamos conceituá-la e diferenciá-la da multidisciplinaridade, da pluridisciplinaridade e da transdisciplinaridade. Muitas vezes, as pessoas confundem essas três definições, então, recorreremos aos conceitos propostos por Japiassu (1976) para elucidar as diferenças.

**Multidisciplinaridade:** Gama de disciplinas que propomos simultaneamente, mas sem fazer aparecer às relações que podem existir entre elas.

**Pluridisciplinaridade:** Justaposição de diversas disciplinas situadas geralmente no mesmo nível hierárquico e agrupadas de modo a fazer aparecer as relações existentes entre elas.

**Interdisciplinaridade:** Axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definida no nível hierárquico imediatamente superior, o que introduz a noção de finalidade.

**Transdisciplinaridade:** Coordenação de todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema de ensino inovado, sobre a base de uma axiomática geral (p. 73-74, grifos nossos).

Para Pombo (2005), há uma dificuldade em delimitar as fronteiras desses quatro termos, tanto por quem os usa, quanto por quem os estuda. Algumas dessas palavras são mais utilizadas que outras, há pessoas que gostam mais de um desses termos e os usam de forma generalizada, outras preferem outra terminologia, e fazem o mesmo em todas as situações. Observamos que há uma banalização no uso dessas quatro palavras, tornando-as polissêmicas, ou seja, muitas vezes a mesma palavra é usada para coisas muito diversas. De acordo com Souza *et al.* (2022), a interdisciplinaridade se constitui como uma abordagem teórico-prática que orienta tanto pesquisadores quanto docentes a analisarem os fenômenos a partir de diferentes perspectivas. Isso não significa, contudo, acreditar que “tudo tem relação com tudo”, mas ter consciência de que há uma imensa rede de conexões entre diferentes disciplinas e que precisam ser consideradas para o sucesso de uma análise mais profunda e integral.

Atualmente, a interdisciplinaridade é fundamental, tanto no campo do ensino quanto no da pesquisa. Antes de seguir nessa discussão, vale destacar que o termo “interdisciplinar” ou “interdisciplinaridade” tem sido utilizado em diversos setores, principalmente no educacional, em demasia, o que pode levar à sua trivialização. Sendo assim, é importante entender a interdisciplinaridade como a reunião de conteúdos de duas ou mais disciplinas com o objetivo de aprofundamento dos tópicos em estudo pelos educandos. Desse modo, o processo interdisciplinar visa romper com a fragmentação do conhecimento, incentivando, assim o estudo crítico a partir de diversas abordagens para culminar na apropriação de determinada habilidade ou competência (Costa *et al.*, 2021).

Para Fazenda (2015), se definirmos interdisciplinaridade como a união de disciplinas, estaríamos limitando seu poder de ação. Porém, se pensarmos tal conceito como uma atitude ousada frente à busca de conhecimento, podemos assim refletir sobre aspectos que envolvem a cultura e o aspecto humano no processo de ensino aprendizagem. A autora destaca que o conceito de interdisciplinaridade se encontra diretamente ligado ao conceito de disciplina, e uma se efetiva sem necessariamente excluir a outra. Ou seja, não é necessário desconsiderar uma ciência (disciplinar) para se trabalhar de maneira interdisciplinar.

O nascimento de projetos interdisciplinares a partir de disciplinas pode parecer paradoxal<sup>13</sup>, entretanto, parte da parceria e da necessidade de troca surge a partir da interlocução entre os componentes disciplinares, de modo que um complementa o outro, ao mesmo tempo em que amplia a forma de se compreender o objeto de estudo. Muitas vezes, os executores podem, inclusive, apresentar uma insegurança inicial no desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar. Nesse sentido, o professor que busca essa postura para o trabalho acaba encontrando certa solidão em relação às instituições em que atuam (Fazenda, 2012). O mesmo pensamento é observado na fala de Pombo (2005, p. 16):

Sem interesse real por aquilo que o outro tem para dizer não se faz interdisciplinaridade. Só há interdisciplinaridade se somos capazes de partilhar o nosso pequeno domínio do saber, se temos a coragem necessária para abandonar o conforto da nossa linguagem técnica e para nos aventurarmos num domínio que é de todos e de que ninguém é proprietário exclusivo.

Para se trabalhar de modo interdisciplinar, é preciso rever os quatro elementos fundamentais de uma sala de aula: espaço, tempo, disciplina e avaliação. Deve-se manter determinados aspectos de rotina e transpor outros em direção a audácias maiores. A clareza em um projeto interdisciplinar é outro ponto importante, pois, um projeto claro, coerente e detalhado propicia mais engajamento das pessoas envolvidas, possibilitando um sentimento de pertencimento e o desejo de fazer parte de tal ação (Fazenda, 2012). Para a mesma autora:

[...] interdisciplinaridade é mais que o sintoma de emanções de uma nova tendência em nossa civilização. É o signo das preferências pela decisão informada, apoiada em visões tecnicamente fundamentadas, no desejo de decidir a partir de cenários construídos sobre conhecimentos precisos. Interdisciplinaridade não é categoria de conhecimento, mas de *ação*. [...] (p. 89).

Para tanto, cabe ao docente promover e desfragmentar o saber e redesenhar seu projeto de ensino. Também, deve arriscar-se e utilizar de todas as ferramentas possíveis para tentar passar por essa transformação que tem ocorrido na educação sem muitos percalços. Além disso, é necessário salientar que o professor não deve estar sozinho durante esse trajeto, pois a interdisciplinaridade só se faz com parceria entre os docentes (Buss, 2016).

O trabalho interdisciplinar impõe-se tanto na formação quanto na ação do homem, principalmente do educador. Essa é uma exigência das ciências a fim de possibilitar uma melhor percepção da realidade que elas nos fazem conhecer. Sendo assim, tem-se a consciência de que muitos são os desafios a serem transpostos em um trabalho interdisciplinar, porém, ao mesmo

---

<sup>13</sup> Algo que contém ou envolve um paradoxo, ou seja, é incoerente ou absurdo.

tempo, observa-se que essa é uma necessidade presente na educação contemporânea, de modo que o trabalho interdisciplinar proporcione uma visão de mundo ampla e gere discussões que leve a questionamentos e reflexões, de modo a tornar a aprendizagem ativa e significativa para o educando.

Após esta breve discussão dos principais elementos teóricos que fundamentam esta tese, podemos observar na próxima seção um recorte de algumas dissertações e produtos educacionais que abordam a radioatividade no ensino de Química para a Educação Básica.

### 3 A ABORDAGEM DE RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

O ambiente escolar é um local onde ocorrem trocas de vivências, principalmente entre educando e educador; é com isso um local que visa atender a diferentes demandas, independentemente de classe social ou do perfil cultural do aluno. Nesse contexto, cabe ao professor identificar as demandas de aprendizagem de seus alunos e instigá-los para tornarem-se capazes de refletir sobre os acontecimentos passados para intervir no futuro.

Segundo Wartha *et al.* (2013), há um consenso entre professores do Ensino Médio ao se discutir a importância de relacionar o ensino de Química com o cotidiano do aluno, a grande maioria da comunidade acredita que esse fato é simples de ser solucionado. Há alguns anos vem se discutindo o termo cotidiano com vistas a relacionar situações comuns do dia a dia aos conceitos científicos ensinados em sala de aula, ou seja, relacionar os conteúdos aos fenômenos que ocorrem na vida diária do indivíduo a fim de promover uma aprendizagem significativa. Assim, o termo cotidiano tornou-se uma espécie de “modismo”, com o intuito de ensinar conceitos científicos através de uma prática pedagógica voltada ao dia a dia. O objetivo de tal propósito é tornar os conteúdos teóricos mais compreensíveis e, então, mais acessíveis ao educando. Comumente, tais exemplos são introdutórios aos conteúdos teóricos e visam instigar a vontade do aluno, despertando sua curiosidade, porém, com um único propósito: ensinar conteúdos.

Nesta seção, foi realizada uma pesquisa de produções acadêmicas, com o objetivo de apresentar os estudos desenvolvidos dentro do campo do ensino de radioatividade, de modo a obter referencial teórico do tema em estudo.

Segundo Romanowski e Ens (2006, p. 38):

O interesse por pesquisas que abordam “estado da arte” deriva da abrangência desses estudos para apontar caminhos que vêm sendo tomados e aspectos que são abordados em detrimento de outros. A realização destes balanços possibilita contribuir com a organização e análise na definição de um campo, uma área, além de indicar possíveis contribuições da pesquisa para com as rupturas sociais. A análise do campo investigativo é fundamental neste tempo de intensas mudanças associadas aos avanços crescentes da ciência e da tecnologia.

Com esse escopo, procedeu-se a uma pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), disponibilizado eletronicamente e de acesso público. O objetivo foi investigar e obter informações a respeito do modo como a abordagem do ensino de radioatividade no ensino de Química vem sendo

relatada na literatura, neste caso, especificamente nas dissertações e teses brasileiras, a partir da revisão das produções.

Para a pesquisa, foram utilizados os descritores “radioatividade”, “ensino de radioatividade” e “ensino de química e radioatividade”, como forma de elencar os estudos relacionados. Ainda a fim de refinar a investigação feita, foi selecionado o período de 2016 a 2023, o que corresponde aos últimos 8 anos, e, por fim, estabeleceu-se como área de conhecimento “educação”, “ensino” e “ensino de ciências e matemática”.

### 3.1 Dissertações e Teses

Por meio da análise de resumos e palavras-chave, foram selecionados cinco trabalhos que têm como foco o ensino de radioatividade. Não foram inseridas teses, pois não foram encontradas teases acerca da temática utilizando os critérios definidos e o período estipulado. No Quadro 3, apresenta-se a relação do *corpus* da estrutura apresentada com informações sobre o título da dissertação, autor, ano, tipo de estudo e sigla da instituição de ensino responsável pelo Programa de Pós-Graduação (PPG).

Quadro 3 - Dissertações que compõem o *corpus* do estudo relacionado à radioatividade

Título	Ano	Tipo de Estudo	Instituição (sigla)
Sequência didática para o ensino de radioatividade com enfoque CTS no Ensino Médio	2016	Dissertação	UTFPR
Energia radioativa: uma análise dos obstáculos epistemológicos.	2019	Dissertação	UTFPR
O papel esquecido da radioatividade no ensino da estrutura atômica em escolas da rede estadual de ensino no Rio de Janeiro: Elaboração e aplicação de uma sequência didática	2022	Dissertação	UFRRJ
Radioatividade: A Elaboração De Um Produto Como Contribuição Na Construção De Conhecimentos	2022	Dissertação	UTFPR
O ensino de radioatividade por meio de uma UEPS mediada pelas Tecnologias Digitais	2023	Dissertação	UPF

Fonte: Autor (2024).

O primeiro trabalho apresentado refere-se à dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2016. Com o título “Sequência didática para o ensino de radioatividade com enfoque CTS no Ensino Médio”, a autora utiliza metodologia qualitativa, de natureza interpretativa, com observação participante. A coleta de dados deu-se por meio de questionário e a análise de conteúdo foi realizada por meio do software MAXqda10. Para realização do estudo, foi elaborada uma sequência didática que foi aplicada em um período de 12 horas/aula e foi

dividida em oito momentos, a fim de contemplar temas sociais, tecnológicos e científicos envolvendo o tema radioatividade; A sequência foi elaborada de modo a enquadrar-se em uma abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Na execução do trabalho, os recursos metodológicos utilizados foram: questionários, elaboração de uma linha do tempo, leitura e interpretação de textos, apresentação de vídeos e reportagens, aulas expositivas e dialogadas, resolução de lista de exercícios e apresentação de uma dramatização.

O segundo trabalho refere-se à dissertação desenvolvida no programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em 2019. Com o título “Energia radioativa: uma análise dos obstáculos epistemológicos”, o autor realizou uma pesquisa qualitativa do tipo pesquisa-ação. Para o estudo, foi elaborada uma sequência didática que foi aplicada em um período de 11 horas/aulas, sendo observados aspectos do movimento CTS e as etapas dos três momentos pedagógicos. O pesquisador realizou uma análise das respostas obtidas nos questionários aplicados aos alunos, buscando identificar obstáculos epistemológicos presentes nas respostas aos questionamentos.

O terceiro trabalho apresentado refere-se à dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Química em Rede Nacional da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e é datado de 2022. Com o título “O papel esquecido da radioatividade no ensino da estrutura atômica em escolas da rede estadual de ensino no Rio de Janeiro: Elaboração e aplicação de uma sequência didática”, a pesquisa utiliza metodologia qualitativa. A coleta de dados deu-se por meio de questionário e das anotações realizadas durante os encontros com os alunos. Para realização do estudo, foi elaborada uma sequência didática que foi aplicada em um período de 3 horas/aula e foi dividida em três momentos, a fim de contemplar a compreensão do contexto social e do momento histórico em que ocorreu a “descoberta científica” do tema estudado. Na execução do trabalho, os recursos metodológicos utilizados foram: questionários, leitura de artigo científico, apresentação de vídeo e roda de conversa.

O quarto trabalho refere-se à dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Química em Rede Nacional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2022. Com o título “Radioatividade: A elaboração de um produto como contribuição na construção e conhecimentos”, o autor utiliza metodologia qualitativa. A coleta de dados deu-se por meio de pesquisa bibliográfica e questionário. Para realização do estudo, foi elaborada uma sequência para ser aplicada em um período de 6 horas/aula, que contempla os conceitos de radioatividade, isótopos, decaimento radioativo e meia-vida. Na execução do trabalho, os recursos metodológicos utilizados foram: questionário, leitura de textos *on line*, gamificação (*kahoot*),

apresentação de vídeo, simulador virtual (PhET) e atividade colaborativa em grupo (construção de cartaz).

O quinto trabalho apresentado refere-se à dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (UPF) em 2023. Com o título “O ensino de radioatividade por meio de uma UEPS intercedida pelas tecnologias digitais”, o autor utiliza uma pesquisa de caráter qualitativo, e, como instrumentos de coleta de dados, faz o uso de: diário de bordo, atividades e materiais desenvolvidos pelos estudantes durante a implementação da proposta didática. Para o estudo, foi elaborada uma UEPS para ser aplicada em um período de 15 horas/aula estruturada em três encontros semanais. A UEPS foi elaborada para ser aplicada sob a mediação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

### 3.2 Produtos Educacionais

Por meio da análise de resumos e palavras-chave, foram selecionados sete trabalhos que têm como foco o ensino de radioatividade. No Quadro 4, apresenta-se a relação do *corpus* da estrutura, com informações sobre o título do produto educacional, autor, ano, tipo de estudo e sigla da instituição de ensino responsável pelo Programa de Pós-Graduação (PPG).

Quadro 4 - Produtos educacionais que compõem o *corpus* dos estudos relacionados à radioatividade

Título	Ano	Tipo de Estudo	Instituição (sigla)
Produto educacional para o ensino de radioatividade por meio de uma sequência didática em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS).	2016	Dissertação	UTFPR
Sequência didática – ensinando energia nuclear radioativa por meio de filmes e histórias em quadrinhos.	2019	Dissertação	UTFPR
Formação inicial de professores de Química: história da radioatividade	2020	Dissertação	UTFPR
Jornal informativo: acidentes radioativos	2020	Dissertação	UTFPR
Elaboração e aplicação de uma sequência didática	2022	Dissertação	UFRRJ
Química: estratégias para o ensino de radioatividade no Ensino Médio	2022	Dissertação	UTFPR
Radioatividade: UEPS intercedida pelas tecnologias digitais	2023	Dissertação	UPF

Fonte: Autor (2024).

O primeiro trabalho apresentado é a dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2016 e intitulada “Produto educacional para o ensino de radioatividade por meio de uma sequência didática em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS)”. O



produto desenvolvido foi aplicado em uma turma de 18 alunos da 2ª série do Ensino Médio de uma escola estadual localizada no interior da cidade de Ivaí; a pesquisa realizada é qualitativa de natureza interpretativa, com observação participante.

A autora propõe em seu produto educacional uma sequência didática composta por oito momentos pedagógicos e tem o propósito de contribuir para o ensino de radioatividade no âmbito CTS. O produto foi elaborado com o objetivo de promover uma melhoria no processo de ensino aprendizagem dos estudantes em um conteúdo específico (radioatividade) da disciplina de Química. As atividades apresentadas no produto são modelos, que devem ser adaptados pelos professores de acordo com a realidade encontrada na sua prática docente.

A autora apresenta como proposta inicial (duração de uma aula) a aplicação de um questionário a fim de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema radioatividade. Em um segundo momento (duração de uma aula), há a proposta da construção de uma linha do tempo com a história da radioatividade; a partir da proposta, espera-se que os estudantes conheçam alguns cientistas e os fatos históricos mais importantes sobre a temática e que saibam como se procederam as descobertas dos primeiros elementos radioativos e suas implicações na sociedade da época. A história da radioatividade é então apresentada pela professora de forma expositiva e dialogada, com o auxílio de projeção em formato de slides, e em seguida os alunos se envolveram na construção da linha do tempo contendo os fatos históricos apresentados. A produção da linha do tempo deve ser realizada de maneira extraclasse em duplas ou trios; como fonte de pesquisa, são sugeridos livros e internet.

Em um terceiro momento (duração de duas aulas), os alunos são levados a discutir a respeito da linha do tempo produzida, a fim de verificar sua compreensão a respeito do tema. As linhas do tempo produzidas são redistribuídas entre os grupos para que façam análise e identifiquem as diferenças e semelhanças presentes nos trabalhos produzidos. Em um quarto momento (duração de duas aulas), os alunos são divididos em grupos e é entregue a cada grupo uma reportagem sobre a utilização da energia nuclear. Para essa atividade, a autora sugere seis textos, os quais devem ser lidos pelos grupos em sistema de rotação dos textos, até que toda a turma tenha lido todos os conteúdos. Após a leitura, a autora então sugere a apresentação de um vídeo intitulado “Rumo da produção de energia elétrica no Brasil” e, em seguida, sugere ao professor que questione os alunos e realize um debate expositivo e dialogado a respeito do tema. Para tanto, a pesquisadora sugere questionamentos a serem realizados e apresenta cinco exercícios que podem ser trabalhados com os estudantes. Os exercícios abordam emissões radioativas, além dos conceitos de fissão e fusão nuclear. Os exercícios possuem um grau de dificuldade baixo, porém, é reconhecido que os estudantes podem apresentar certa dificuldade

na sua resolução, uma vez que os textos utilizados na leitura e o vídeo não parecem suficientes para a aprendizagem do conteúdo proposto.

Em um quinto momento (duração de duas aulas), é sugerida a apresentação de seis vídeos sobre acidentes radioativos. Propõe-se, então, que o professor questione os alunos a respeito dos motivos que ocasionaram os acidentes e que, em seguida, trabalhe as emissões radioativas (alfa, beta e gama) e enfatize a respeito da importância dos trabalhos de Ernest Rutherford para a compreensão destas. Além disso, é solicitado ao professor que trabalhe decaimento radioativo, poder de penetração das partículas radioativas e seus efeitos no organismo humano. A autora ainda apresenta uma nova lista contendo três exercícios para fixação do conteúdo.

Em um sexto momento (duração de uma aula), a autora propõe a utilização de uma sequência de imagens e textos para abordar os benefícios da radioatividade. Sugere, na sequência, uma apresentação de slides contendo temas como datação de fósseis, utilização de elementos radioativos na medicina, agricultura e conservação de alimentos. Em um sétimo momento (duração de uma aula), sugere-se trabalhar com textos a respeito da poluição causada pela radioatividade. Em um oitavo e último momento (duração de duas aulas), a proposta é que se faça uma dramatização como produção final do conteúdo, na qual os alunos deverão encenar um fato marcante na história da radioatividade.

A proposta de trabalho apresentada mostra forte relação com a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e apresenta-se como reflexiva, a fim de tornar o aluno crítico e capaz de tirar suas próprias conclusões a respeito do tema abordado, porém, a sequência apresenta fragilidade nos conteúdos técnicos como fissão e fissão nuclear, emissões radioativas e período de meia-vida; apesar de contemplar esses tópicos, não há um tempo destinado especificamente a isso e o conteúdo aparentemente toma um segundo plano muito frágil dentro de toda a discussão. Uma readequação da sequência com momentos específicos para o conteúdo e resolução de exercícios apresentaria uma melhora significativa na proposta apresentada.

O segundo trabalho data de 2019 e refere-se à dissertação desenvolvida no programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Com o título “Sequência didática – ensinando energia nuclear radioativa por meio de filmes e histórias em quadrinhos”, o trabalho foi aplicado a dez alunos da 1ª série do curso de Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal do Paraná (IFPR), a proposta está ancorada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e propõe uma sequência didática na qual é sistematizada uma problematização inicial; em um segundo momento, uma Organização do Conhecimento; e, por fim, no terceiro momento, a Aplicação do Conhecimento. O autor

propõe o uso de recursos audiovisuais a fim de promover um ensino de Química que torne o estudante capaz de interpretar o mundo à sua volta de forma crítica, intervindo na realidade em que vive. O autor ainda destaca que experimentos envolvendo o tema radioatividade são de alta periculosidade e necessitam de uma grande estrutura laboratorial, que, na maioria das vezes, não está disponível nas instituições de ensino. Então, propõe que, para conseguir transpor as barreiras de aprendizagem, a inserção de recursos audiovisuais é extremamente importante, uma vez que auxiliará o aluno a ter uma visão macro do conteúdo abordado.

Na aula 1, o autor propõe uma problematização inicial dentro do conteúdo de radioatividade e sugere a aplicação de um questionário contido no Apêndice A do seu produto, para sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos. Os questionários devem ser recolhidos pelo professor e será iniciada uma sessão de discussões a respeito das respostas dos estudantes. Após a realização do debate, o professor deverá ministrar em aula de forma expositiva e dialogada sobre a participação dos cientistas na produção de bombas e armas nucleares, sendo sugerido promover uma discussão a partir da leitura do artigo “Hiroshima e Nagasaki: razões para experimentar a nova arma”. Ainda é sugerido ao professor o uso de uma tirinha HQ para ilustrar as passagens históricas importantes no processo de construção da primeira bomba nuclear. O trecho da tirinha está disponível no Anexo B do produto educacional.

Nas aulas 2 e 3, o autor volta-se para a Organização do Conhecimento e propõe a exibição do anime “Gen, pés descalços”, baseado em um mangá e com duração de 83 minutos. O anime retrata as consequências vividas pela população do ataque nuclear sofrido pela cidade de Hiroshima. Esse filme será o gacho necessário para as discussões que serão realizadas nas próximas aulas. Nas aulas 4 e 5, sugere-se uma discussão inicial a respeito do filme passado no encontro anterior. Após esse momento, o professor deverá apresentar, de forma expositiva e dialogada, os principais cientistas que contribuíram para a evolução do estudo da radioatividade e ainda as contribuições que esses estudos ocasionaram em áreas como a medicina e a indústria. Em seguida, sugere um questionamento que levará à discussão para a explicação das leis da radioatividade (emissões alfa de beta); quando o docente irá explicar como as emissões radioativas interferem na massa e no número de prótons de um átomo.

Nas aulas 6 e 7, o docente deverá entregar uma lista de exercícios que consta no Apêndice A do produto educacional, a fim de colocar em prática os conteúdos desenvolvidos nas aulas 4 e 5. Após a realização da atividade, sugere-se que o professor destine em torno de 15 minutos para correção dos exercícios em que os alunos tiveram dúvidas. Nas aulas 8 e 9, deverão ser destinados os 15 minutos iniciais para tirar outras dúvidas que tenham restado das aulas anteriores. Após solucionar as dúvidas, o professor deverá explicar os conceitos de fissão

nuclear e entregar nova lista de atividades. Enquanto os alunos resolvem a lista, sugere-se que o professor atue como mediador, e destine os 15 minutos para tirar dúvidas e realizar a correção de exercícios. Em seguida, nos 20 minutos finais da aula, propõe um debate acerca dos impactos ambientais decorrentes da produção de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas, termoeletricas e nucleares.

Nas aulas 10 e 11, o autor inicia o processo de Aplicação do Conhecimento propondo uma avaliação para o aprendizado dos novos conhecimentos adquiridos durante a Organização do Conhecimento. Para isso, o autor disponibiliza no Apêndice A duas listas de exercícios e propõe a construção de um texto.

Nota-se na proposta apresentada a discussão de vários temas relevantes e polêmicos para o ensino de radioatividade, além de uma sequência de atividades bem construída para ensinar as duas leis das emissões radioativas. Porém, o trabalho não contempla a parte de período de meia-vida, assim como a datação de fósseis por Carbono-14 que são conteúdos importantes dentro da temática estudada. Uma adequação com aproximadamente mais 2 aulas seria suficiente para discutir esses temas e fechar todos os conceitos de radioatividade necessários para estudantes do Ensino Médio. Nas atividades propostas, o autor disponibiliza diversos exercícios contendo esse conteúdo, mas em nenhum momento na sequência didática apresenta tal tema como objetivo de aprendizagem.

O terceiro e quarto produtos analisados referem-se à dissertação desenvolvida no programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em 2020. O terceiro produto, intitulado “Formação inicial de professores de Química: história da radioatividade”, foi aplicado com acadêmicos do 5º e 6º períodos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública no norte do Paraná, com uma carga horária prevista de 16 horas.

O curso foi estruturado em 5 encontros, nos quais foram abordados os temas: história da radioatividade, emissões radioativas, cinética das desintegrações radioativas, fenômenos radioativos, aplicações das reações nucleares, perigos e acidentes radioativos.

No primeiro encontro, foi realizada uma apresentação da pesquisa aos acadêmicos através de slides e estes foram questionados a respeito de como se deu sua formação no âmbito do ensino de radioatividade. Foi realizada uma reflexão acerca da importância da inserção histórica no ensino de radioatividade, além de apresentar estratégias didáticas que podem ser utilizadas no âmbito do ensino dessa temática: jogo didático, livro paradidático e jornal informativo. Além disso, foi discutida a importância de aplicar recursos didáticos diferenciados

no ensino de Química e em seguida foi aplicado o jogo “Cidade Radioativa”, que não foi disponibilizado nem descrito no produto educacional em questão.

No segundo encontro, o autor realizou uma discussão acerca da importância de discutir as informações presentes no jogo didático, a fim de levantar os conhecimentos prévios dos alunos e instigar sua curiosidade pelo jogo apresentado. Além disso, nesse encontro foi realizado um resgate histórico acerca da radioatividade, foram abordados os conceitos das emissões radioativas e da cinética das desintegrações radioativas. Para tanto, foi utilizado como recurso didático um livro paradidático que está intitulado como produto III da dissertação. Também foi utilizado um vídeo disponível no YouTube que recapitula os principais fragmentos históricos da descoberta dos fenômenos radioativos. O link do vídeo e/ou o título não se encontram disponível no planejamento do curso.

O terceiro encontro foi reservado para discutir os fenômenos de fissão e fusão nuclear e sua aplicabilidade. Além disso, foram discutidos temas políticos e sociais relacionados à produção da bomba nuclear, assim como seus malefícios e efeitos na sociedade; abordou-se também a aplicabilidade dos fenômenos radioativos no cotidiano. Como recurso didático, foi utilizada a música “Rosa de Hiroshima” da banda “Secos e Molhados” do poema de Vinícius de Moraes e analisou-se cada estrofe para compreender seus significados, a música/poema está disponível no final do produto educacional. Também foi utilizado um vídeo disponível no YouTube – dividido em partes 1 e 2 – intitulado “Tudo se transforma: Energia e impacto ambiental, energia nuclear”, no qual são abordadas questões como funcionamento das usinas nucleares e bomba atômica. Os links dos vídeos também não se encontram disponíveis no material, porém, pelo título, é possível encontrá-los facilmente com uma pesquisa na plataforma de vídeos. Na avaliação, consta que os alunos deverão enviar seminários elaborados para apresentação no próximo encontro. O seminário não foi descrito nos encontros anteriores.

O quarto encontro ocorreu de forma remota (EAD) através da plataforma Google Classroom e, nessa ocasião, foi proposta uma leitura acerca da produção de urânio no Brasil e no mundo, assim como sua utilização como combustível. Nesse encontro é que é proposto o seminário acerca da utilização da radioatividade em diversas situações cotidianas. O seminário deve ser elaborado e enviado como forma avaliativa para apresentação na aula subsequente.

No quinto encontro, foram realizados os seminários elaborados pelo grupo e em seguida é apresentado como metodologia para abordar os acidentes radioativos um produto educacional descrito como produto IV. O produto refere-se a um jornal informativo que foi produzido pelo próprio autor. O jornal informativo não está disponível no arquivo do curso apresentado; nem mesmo o link para acesso.

O curso elaborado é bem estruturado e apresenta diferentes metodologias de trabalho, boa estrutura e recursos didáticos. Porém, falta o acesso fácil às ferramentas citadas para utilização por outras pessoas, como links de acesso. No material está disponível o link de acesso dos slides utilizados na realização do curso, porém, o acesso leva para uma página sem conteúdo. Tais problemas atrapalham a utilização do material em questão por outros professores que se mostrarem interessados.

O quarto produto educacional citado foi elaborado pelo mesmo autor e trata-se do jornal informativo produzido para aplicação dentro do curso de formação de professores. O produto apresenta vários recortes de manchetes jornalísticas a fim de informar e chamar atenção para os acidentes de Chernobyl, Three Mile Island, Césio-137 e Fukushima. O jornal contém diversas informações relevantes e curiosidades, e mostra-se como uma estratégia didática atrativa para abordar com os alunos os acidentes radioativos e seus impactos na sociedade. A dissertação desse autor, como citado anteriormente, está vinculada a dois produtos educacionais, sendo que o segundo (o jornal informativo) tem um caráter complementar. Pondera-se que seria viável a união desse recurso ao outro produto elaborado e a indicação do jornal informativo como uma atividade ou um recurso de apoio dentro do produto principal.

O quinto produto analisado refere-se à dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Química em Rede Nacional da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e é datado de 2022. O produto não possui um título especificado, porém, trata-se de uma sequência didática dividida em três momentos, nos quais o autor utiliza uma metodologia qualitativa para coleta dos dados. O produto educacional em questão foi aplicado em duas turmas da 1ª série do Ensino Médio Técnico em Administração com Ênfase em Empreendedorismo, com aulas em tempo integral, ou seja, das 7 horas às 16h50min, com uma carga horária prevista de 3 h/aula.

No primeiro encontro, foi utilizado um tempo para esclarecimentos sobre o estudo e em um segundo tempo de aula foi aplicado um questionário através de formulário *Google*; as respostas foram armazenadas on-line para posterior análise.

Após a aplicação do questionário, os alunos foram orientados a realizar a leitura de um artigo científico relacionado ao tema. Para isso, receberam uma cópia do texto “Como Becquerel não descobriu a radioatividade”, em uma versão adaptada para suprimir algumas dificuldades de compreensão ocasionadas pelo nível de ensino em que os alunos estão inseridos. À turma foi dado um período de três dias para realizar a leitura e um resumo do artigo recebido, para posterior discussão em sala de aula.

No terceiro e último encontro foi realizada uma roda de conversa com duração aproximada de 20 minutos para sondar as informações que já haviam sido assimiladas acerca do tema radioatividade; em seguida, foi apresentado o vídeo “O que é radioatividade?”, disponível no YouTube, no Canal Fala Cientista. O vídeo possui duração de 10 minutos e aborda o conceito da radioatividade, seus usos e os acidentes nucleares, destacando principalmente o acidente de Chernobyl e o de Goiânia. Posteriormente, foi realizada uma nova roda de conversa com duração de 30 minutos para novamente verificar o grau de compreensão que os estudantes passaram a ter sobre o tema. Ao completar a análise do produto educacional apresentado, observa-se que o autor prioriza os conceitos básicos e acidentes radioativos em detrimento de leis e princípios da radioatividade. Não explora emissões radioativas, equações nucleares e período de meia-vida, assuntos que também podem ser explorados na Educação Básica.

O sexto produto analisado é uma dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Química em Rede Nacional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2022. O produto intitulado “Química: Estratégias para ensinar radioatividade no Ensino Médio”, trata-se de uma sequência didática dividida em cinco atividades para serem executadas em 6 horas/aula, nas quais o autor utiliza uma metodologia qualitativa para coleta dos dados. O produto educacional em questão foi analisado por professores do Ensino Médio e os dados foram coletados através de questionário aplicado.

Em sua primeira aula, o autor propõe uma sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema radioatividade utilizando aplicativos como Mentimeter (Nuvem de palavras) ou Google Forms (questionários) e uso de textos como base para correção das questões respondidas. Ao final do encontro, o professor deve orientar os alunos a realizarem a leitura de alguns textos, a realizar algumas pesquisas e a assistir alguns vídeos em casa, pois na aula subsequente serão sanadas as dúvidas e eles deverão ter consigo um aparelho celular para participar de uma atividade gamificada utilizando o aplicativo *Kahoot*. Tal abordagem segue os princípios da metodologia da sala de aula invertida.

Para o segundo encontro, o professor deverá criar questões no aplicativo *Kahoot* com base nos textos e nos vídeos disponibilizados aos alunos e deve orientar os alunos quanto à maneira que devem proceder para logar no game. Em um segundo momento, será apresentado um vídeo acerca do acidente do Césio 137 e um debate será gerado a partir dessa exibição.

Já no terceiro encontro o autor propõe a utilização de um simulador virtual (PhET) para ilustrar o que são os isótopos. Ao final da aula, o professor é orientado a solicitar que os alunos



produzam um curta metragem com o tema “Isótopos na medicina” para ser apresentado em outro momento ou ainda publicado em alguma mídia que o colégio possua.

A proposta apresentada para o quarto encontro é a construção de um gráfico de decaimento radioativo formando grupos de cinco alunos, onde deverão realizar a construção em um cartaz com materiais solicitados previamente. Em seguida, o autor apresenta um roteiro para investigação. Nota-se que as equações apresentadas no roteiro são equações presentes em livros de Ensino Superior, que em sua maioria não são abordadas em livros didáticos de Ensino Médio. Uma alternativa para aproximar um pouco mais o material da realidade da Educação Básica seria transpor tais equações de decaimento radioativo para as equações simplificadas comumente trabalhadas no Ensino Médio, sem a necessidade da utilização de logaritmo natural ( $\ln$ ) por exemplo.

Já o quinto e sexto encontro estão unidos na aula número 5, na qual se objetiva trabalhar o conceito de meia-vida por simulação interativa PhET. Nessa aula, os alunos utilizarão o simulador, coletarão informações e as analisarão com o auxílio do docente. Em seguida, deverão formar grupos para construir um gráfico de meia-vida no Excel e apresentar os valores de  $R^2$  e  $y$ . Novamente o autor traz informações que não são relevantes do ponto de vista didático metodológico para alunos de Ensino Médio. Apesar de ser simples o cálculo de  $R^2$  e  $y$  utilizando o Excel, já que é realizado a partir de um comando, sua interpretação e compreensão demanda conhecimento técnico e científico que muitas vezes é considerado alto para alunos de pós-graduação a nível *strictu sensu*, o que faz crer que são informações que não agregam relevância nessa fase de instrução dos jovens.

O sétimo produto analisado refere-se à dissertação de Sérgio Luiz de Oliveira desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (UPF) em 2023. O produto intitulado “Radioatividade: UEPS intercedida pelas tecnologias digitais”, trata-se de uma UEPS construída para fornecer aos professores material de apoio que possa agregar maior eficiência em seu trabalho cotidiano e estimular o interesse e o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento. A UEPS foi desenvolvida e aplicada em 15 horas/aula com estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública localizada na cidade de Jarú, estado de Rondônia.

A UEPS elaborada segue os oito passos descritos por Moreira (2011), sendo o primeiro deles a definição do tópico específico, em que o autor não destina nenhum período de hora/aula para desenvolver com a turma, ou seja, é uma definição não arbitrária (intencional). O segundo passo contempla a sondagem dos conhecimentos prévios, quando o autor instrui o docente a criar uma “Word Clouds” (nuvem de palavras) utilizando a ferramenta digital Mentimeter. O



objetivo é identificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos para conectá-los de maneira não arbitrária à temática proposta. Em seguida, é proposta a apresentação da biografia de Marie Curie, em animação, intitulada “Heróis da Humanidade – Marie Curie”, disponível no YouTube. Na sequência, o professor deve aplicar um questionário on-line elaborado através da plataforma *Typeform*. O segundo passo tem como duração um período de 1 hora/aula.

O terceiro passo da UEPS é a proposição de uma situação-problema relevante para os estudantes; a ideia é que a turma assista ao documentário intitulado “Chernobyl: A História Completa”, disponível na plataforma de vídeos YouTube. Em seguida, deve ser promovida uma roda de conversa para debater o acidente e o contexto histórico da temática apresentada. Como atividade, é sugerido que os alunos, em grupos, respondam à questão: “Os acidentes em usinas reacendem as discussões daqueles que defendem esta matriz energética para a obtenção de energia elétrica e os que são contrários? Construa argumentos que fundamentem a opinião das duas vertentes, escrevendo-as em cartolina e fazendo a apresentação para os demais alunos”. O terceiro passo tem como duração um período de 2 horas/aula. Como trata-se de uma UEPS elaborada para ser mediada pelas TICs, o autor poderia ter proposto uma atividade que construísse uma publicação para alguma rede social, que utilizasse um aplicativo como Canva, por exemplo, e solicitado aos estudantes que elaborassem uma campanha de conscientização sobre os riscos e benefícios da energia nuclear. Nada impede a realização de cartolina na UEPS, porém, pela proposta apresentada, uma atividade digital contribuiria para reforçar a importância das TICs dentro da situação-problema, como para evitar custos com materiais e geração de lixo, uma vez que esse tipo de trabalho pode ser realizado até mesmo através de dispositivos móveis.

O quarto passo é destinado à diferenciação progressiva, momento em que o autor separa para conceituar as emissões radioativas. Aqui a ideia é utilizar um projetor e utilizar slides para expor o conteúdo e dialogar com os estudantes, utilizando como ancoragem os conceitos construídos até aqui sobre radioatividade. Ao final ou durante a exposição é sugerida a utilização de dois simuladores educacionais disponíveis na plataforma PhET. As simulações se baseiam nos decaimentos alfa e beta. Para averiguar a assimilação do conteúdo apresentado, o autor propõe uma atividade gamificada através do aplicativo Kahoot. Em seguida, sugere-se outra atividade, porém dessa vez nos moldes que são exigidos nos vestibulares, contendo 10 questões. O quarto passo possui uma duração de 3 horas/aula.

O quinto passo de uma UEPS é onde deve-se apresentar uma situação-problema de maior complexidade, para tanto, o autor propõe que seja apresentada aos alunos a reportagem

“Chernobyl 30 Anos”, que se encontra disponível no YouTube. Em seguida, a ideia é elaborar uma roda de conversa para identificar o que foi assimilado pelos alunos no que tange ao assunto de radiação e decaimento radioativo. Em seguida, a ideia é introduzir tecnicamente a ideia de decaimento radioativo, período de meia-vida e isótopos; sempre ancorando os novos conceitos aos já existentes na estrutura cognitiva do estudante. A sugestão é utilizar o projetor e slides conduzindo a aula de forma expositiva e dialogada. A averiguação da aprendizagem dos estudantes deve ser realizada através da aplicação de um novo questionário, utilizando a plataforma Kahoot, e retomar partes do conteúdo que podem não ter sido assimiladas pelos alunos, através de uma lista de atividades que é disponibilizada pelo autor. A fim de reforçar a aprendizagem, sugere-se também a utilização do software Radiation Lab. A proposta é que a atividade seja desenvolvida em grupos. A atividade sugerida é que os estudantes façam diversas medidas de radiação no software e anotem os dados para construir um gráfico de meia-vida utilizando o Excel. O quinto passo tem uma duração de 4 horas/aula.

O sexto passo é destinado à reconciliação integradora, quando se deve apresentar o vídeo “A importância da medicina Nuclear” e propor como atividade uma pesquisa em grupo sobre os principais radioisótopos e radiofármacos utilizados na química nuclear da atualidade. Durante a pesquisa, os alunos deverão preencher as principais características químicas do elemento e suas utilizações. O autor também apresenta uma tabela, na qual os alunos devem registrar as informações para apresentar como resultado da pesquisa realizada. O sexto passo possui uma duração de 2 horas/aula.

O sétimo passo é destinado à avaliação da aprendizagem, e para identificar se houve ou não aprendizagem significativa, a ideia é que se realize um júri simulado. O sétimo passo tem uma duração de 3 horas/aula. O oitavo passo é destinado à avaliação da UEPS e para tanto o autor analisa as atividades produzidas e o diário de bordo construído ao longo da aplicação do produto educacional.

A partir da análise realizada, o produto educacional elaborado buscou suprir inconsistências elencadas nos relatos, sendo assim, o material elaborado conta com uma linguagem adequada para o aluno e para o professor, o material é dividido em duas partes, sendo uma com instruções claras para auxiliar o professor no seu trabalho.

Todos os links de vídeos utilizados no produto educacional estão disponíveis em QRCode para facilitar o acesso, assim como as referências de sites utilizados em sua elaboração. O material conta com uma mescla de atividades de múltipla escolha, visando a preparação para exames de vestibular, atividades discursivas visando desenvolver a habilidade de comunicação

científica através da escrita e atividades que envolvem a criatividade (como desenhos e a produção de um lapbook).

A diversificação de atividades e a organização do material integrando temas de diferentes áreas do conhecimento traz uma inovação e facilita o trabalho docente, que com isso consegue adaptar com mais facilidade o a UEPS para diferentes realidades.

Na próxima seção encontra-se uma descrição detalhada do produto educacional e de sua elaboração, nesta seção serão apresentadas as ideias por trás da construção de cada parte e de cada atividade proposta dentro do produto educacional.

## **4 O PRODUTO EDUCACIONAL**

Esta seção está destinada a descrever a proposta de produto educacional desenvolvido, apresentando-se a maneira com que ele foi estruturado. Além disso, apresenta-se o perfil do local onde foi desenvolvido e um estudo de sua viabilidade.

A seção também se destina a elucidar o curso de formação de professores que será desenvolvido a fim de disseminar o conhecimento e implementar o produto educacional desenvolvido com diferentes professores e em diferentes realidades, a fim de verificar sua viabilidade de implementação de maneira global.

### **4.1 A elaboração do produto educacional - UEPS**

O material desenvolvido procura transpor para a sala de aula debates relevantes acerca do tema, assim como dos acidentes ocorridos por conta da falta de conhecimento, do uso incorreto da radioatividade e/ou por consequência de catástrofes naturais. Além disso, no produto educacional em questão, os módulos são interativos, com links para vídeos. Estes recursos têm a função de ancorar o trabalho do professor no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que podem ser utilizados para alavancar os debates em sala de aula e/ou revisar os tópicos debatidos ao longo do trabalho nas seções; principalmente abordando fatos históricos, filosóficos e sociológicos envolvendo a temática em discussão. Tal proposta visa preencher uma lacuna existente no ensino de radioatividade no Ensino Médio, pois, segundo Cordeiro e Peduzzi (2010), a perspectiva da maioria dos trabalhos que abordam o ensino de radioatividade não trata o tema a partir de uma discussão histórica, filosófica e sociológica.

Araújo e Dickman (2013) relatam que os docentes encontram dificuldades ao trabalhar radioatividade no Ensino Médio devido a lacunas presentes em sua formação acadêmica; segundo os autores, a falta de domínio do assunto acaba gerando um ensino superficial acerca desse tema. Além disso, os autores ainda apontam que os focos do trabalho mudam de acordo com a formação inicial do professor, sendo que os professores graduados em Física e Química priorizam conceitos técnicos acerca do tema, enquanto os graduados em Biologia trabalham com foco nos impactos biológicos, ambientais e nas vantagens e desvantagens da energia nuclear.

A partir de tudo aqui descrito, buscou-se elaborar um material que pudesse trabalhar os acidentes radioativos, as vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear e os conteúdos

técnicos presentes na temática de maneira interdisciplinar e realizando reflexões para que o aluno possa se posicionar acerca do tema em questão.

O ensino de radioatividade também pode – e deve – ser mais bem explorado, uma vez que o Acidente do Césio-137 foi o maior acidente radioativo radiológico e ocorreu em Goiânia – GO. O ocorrido em 1987 ocasionou medo na população Goiana e deixou várias vítimas, muitas vivas e com sequelas devido a exposição e o contato com o material radioativo. A inclusão desta temática em sala de aula traz o tema para mais perto dos alunos e gera maior interesse, uma vez que, está diretamente ligado ao seu contexto histórico.

O professor apresenta um papel fundamental na formação cidadã do educando, devendo utilizar dos conteúdos para gerar pontes que possibilitem a formação de um cidadão crítico, reflexivo e ativo em relação aos acontecimentos locais, regionais e mundiais. A inserção dos acidentes radioativos e suas implicações fomentam discussões que possibilitam um maior engajamento dos alunos e consequentemente amplia a pré-disposição para o aprendizado dos novos conteúdos que serão ministrados posteriormente. Nesse sentido, valorizar acontecimentos históricos aproxima o educando do tema em estudo e cria conexões com concepções pré-existentes na sua estrutura cognitiva.

Como produto educacional, foi desenvolvido um material didático baseado na TAS. Nesse percurso, os passos para constituir uma UEPS foram seguidos a fim de contemplar o estudo do conteúdo de radioatividade no Ensino Médio; para tanto foi utilizada uma abordagem a partir dos acidentes radioativos. Para a proposta, além da discussão dos fenômenos envolvendo radioatividade, buscou-se uma reflexão histórica, filosófica e sociológica acerca desse importante tema para as Ciências Naturais, em especial o componente curricular de Química.

Todas as ilustrações do material são originais e retratam o pensamento por trás da elaboração da proposta. Na Figura 3, são apresentadas as capas que foram construídas para o produto educacional (Figura 3a), para o material do professor (Figura 3b) e para o material do aluno (Figura 3c). O material está organizado em um único arquivo, porém, as seções estão bem divididas, de modo a nortear seu uso. Para tanto, decidiu-se optar por três capas, sendo que a numeração não é sequencial, ou seja, a numeração sempre será reiniciada a partir de cada nova capa. Tal medida foi utilizada para facilitar o professor no manejo de sua aula, uma vez que irá solicitar aos alunos que se dirijam para determinada página, sendo ela diagramada com a mesma numeração que se encontra no material do professor.

Figura 3 - Capas do produto educacional

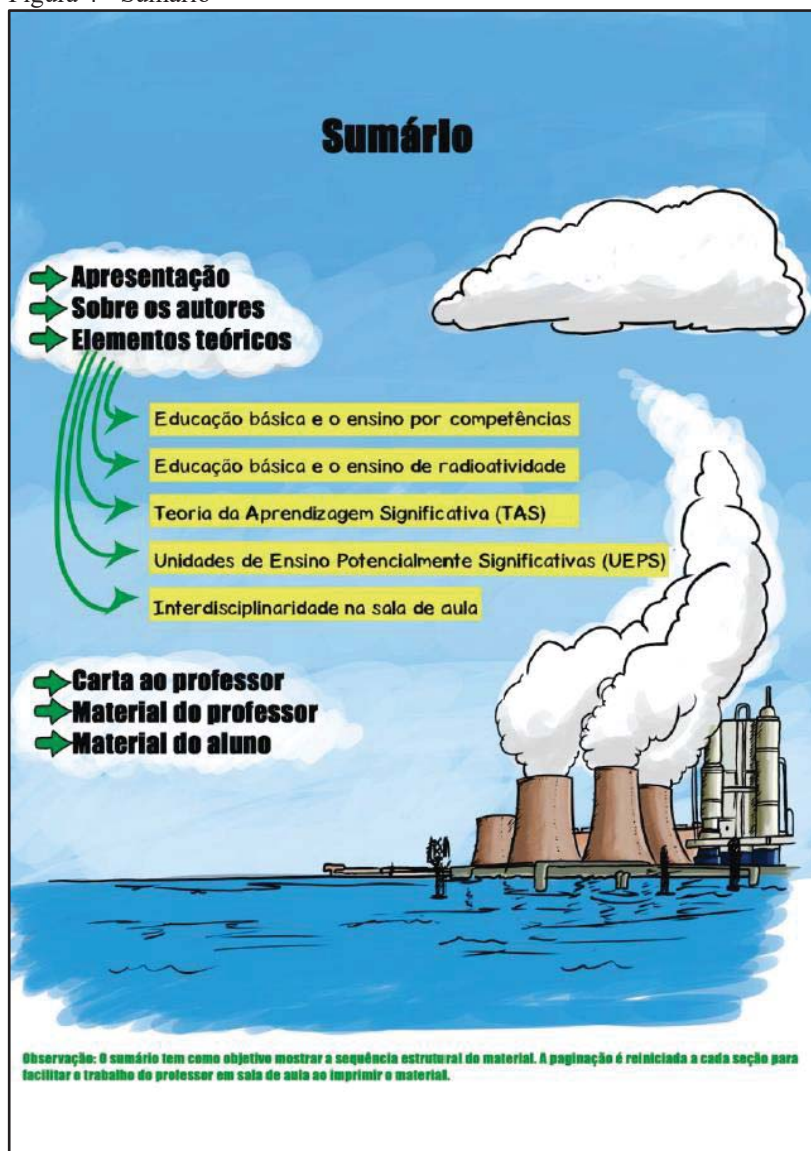


Fonte: Autor (2023).

O sumário do material (Figura 4) tem o objetivo de nortear o professor, elencando as subdivisões do conteúdo. De início, encontra-se uma seção destinada ao professor, na qual o produto educacional é apresentado. Em seguida, são registrados alguns pressupostos teóricos, para que o professor se aproprie minimamente da teoria da aprendizagem envolvida na elaboração, assim como da estruturação da UEPS, e então é apresentado ao docente seu material e o material do aluno para ser utilizado em sala de aula.



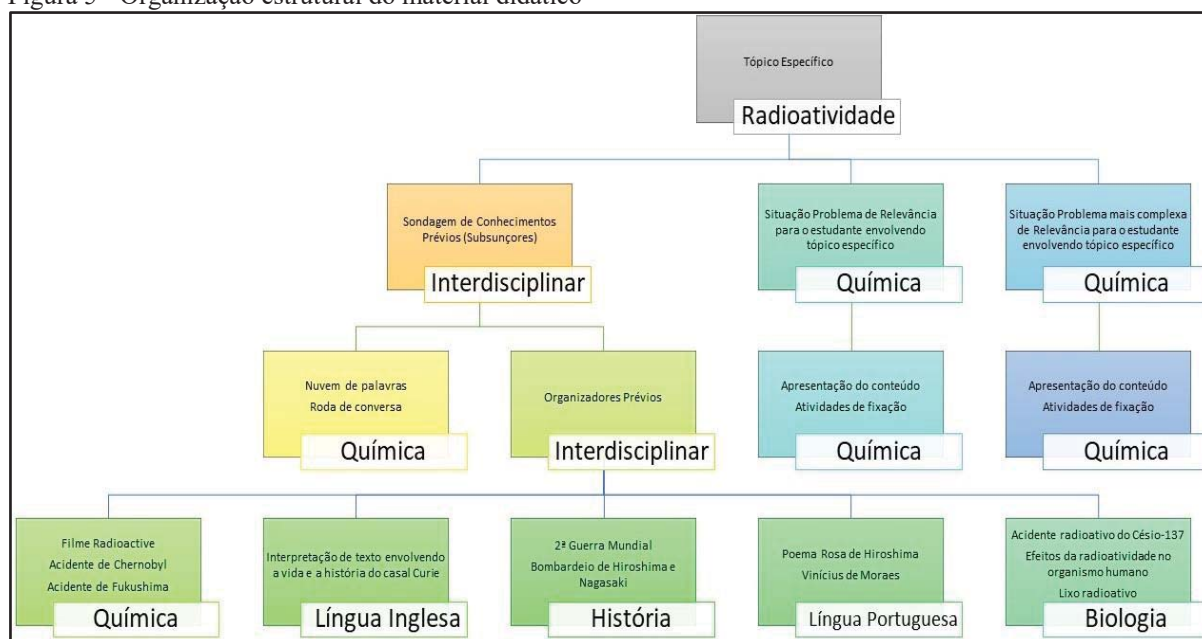
Figura 4 - Sumário



Fonte: Autor (2023).

A organização dos materiais do professor e aluno é idêntica e segue o representado na Figura 5:

Figura 5 - Organização estrutural do material didático



Fonte: Autor (2023).

Ao início do material, encontram-se instruções para verificar os subsunções dos alunos acerca do tema radioatividade através da construção de uma nuvem de palavras; em seguida, sugere-se que o professor realize uma discussão do resultado obtido nessa construção no formato de roda de conversa, para identificar os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do educando.

Em seguida, inicia-se a organização do conhecimento, promovida de maneira interdisciplinar. Esta seção da UEPS é elaborada com base nas ideias de Costa *et al.* (2021) de que os fundamentos que sustentam a interdisciplinaridade geralmente surgem a partir de discussões disciplinares. Desse modo, elencou-se o que cada componente curricular (disciplina) poderia abordar dentro de sua área de conhecimento, objetivando-se que, ao se trabalhar em um mesmo ciclo cronológico com o mesmo grupo de alunos, os alunos possam relacionar os componentes curriculares e fazer conexões entre eles (disciplinares) e ter uma visão interdisciplinar do tema gerador. No geral, no Ensino Médio, esses temas são trabalhados em períodos cronológicos muito diferentes e os estudantes muitas vezes não retêm as informações na memória de longo prazo, impossibilitando a capacidade de relacionar os componentes curriculares e adquirir uma visão ampla do tema estudado. Fazenda (2015) pondera que não devemos limitar a definição de interdisciplinaridade como a união de disciplinas, porém, a autora deixa claro que também não devemos excluir os conceitos disciplinares em detrimento da ideia de interdisciplinaridade, ou seja, não é necessário destruir uma ciência (disciplinar) para se trabalhar de maneira interdisciplinar.



Seguindo a descrição da seção de organização do conhecimento, durante a disciplina de Química, o trabalho inicia-se com a exibição do filme Radioactive que é um drama biográfico a respeito da vida de Marie Curie. O trabalho com o filme expande-se até a aula de Língua Inglesa, material apresentado na Figura 6, na qual os alunos lerão um texto sobre a vida do casal (Figura 6a) e desenvolverão uma sequência de atividades que mesclará interpretação textual e conhecimentos de Língua Inglesa para serem resolvidas (Figura 6b).

Figura 6 - Material de Língua Inglesa

**atividades propostas**

1 DURING HER LIFETIME, MADAME MARIE CURIE was the worlds most famous woman scientist - and so she remains today. With her husband, Pierre Curie, and the French physicist Henri Becquerel, and later on her own, Curie pioneered the study of radioactivity (a word she coined). In 1903, the Curies and Becquerel shared the Nobel Prize for physics for their work measuring the radiation of uranium and for discovering two new radioactive elements, polonium and radium. It was the first time a woman had ever won a Nobel. In 1911, Curie became the first and only woman to win a second Nobel prize. She earned, on her own, the award in chemistry for isolating pure radium. With regard to the chemical elements, the detection of radium is said to be second in importance only to the discovery of oxygen. Curie's work was not only a leap-off point for the modern field of nuclear medicine, but it helped lay the groundwork for the most important development in 20th-century science - the discovery of the structure of the atom. Curie demonstrated that women could excel in male-dominated fields.

2 Both Curies paid a high physical price for their work with radiation - which included a number of experiments in which they burned themselves with radioactive compounds to observe the effects. "Dust, the air of the room, and one's clothes, all become radioactive," Curie noted grimly. Radiation sickness rendered Pierre an invalid before his death. Their daughter Irene, their son-in-law and numerous lab assistants all died or were severely disabled by various radiation-linked diseases. Marie lived into her sixties, but suffered generally poor health, as well as increasing blindness and deafness, for years before her death from leukemia.



**a)**

**comentários para o professor**

Esta atividade deve ser desenvolvida pelo professor de língua inglesa, que pode escolher a melhor metodologia para aplicar seu conhecimento, levando em consideração que os alunos já estão com uma pré-concepção da vida de Marie Curie a partir da exposição do filme. Sugere-se trabalho em grupo, leitura e discussão dos significados e/ou qualquer outra metodologia que o professor julgar pertinente em sua realidade cotidiana.

**Tradução do texto:**

Durante sua vida, Madame Marie Curie foi a mulher cientista mais famosa do mundo - e assim ela permanece até hoje. Com seu marido, Pierre Curie, e o médico francês Henri Becquerel, e mais tarde por si só, Curie foi pioneira no estudo da radioatividade (uma palavra que ela mesma cunhou). Em 1903, os Curies e Becquerel dividiram o Prêmio Nobel de física pelo seu trabalho medindo a radiação do urânio e por descobrirem dois novos elementos radioativos, polônio e rádio. Foi a primeira vez que uma mulher ganhou um prêmio Nobel. Em 1911, Curie tornou a primeira e única mulher a ganhar o segundo prêmio Nobel, ela ganhou por conta própria o prêmio de Química por isolar rádio puro. Em relação aos elementos químicos, dizem que a detecção do rádio só perde em importância para a descoberta do oxigênio. O trabalho da Curie não foi apenas o ponto de partida para a moderna área da medicina nuclear, mas ele ajudou a criar a fundação para o mais importante desenvolvimento científico do século 20 - a descoberta da estrutura do átomo. Curie demonstrou que as mulheres podem ser bem sucedidas em áreas dominadas por homens.

Ambos os Curies pagaram um preço físico caro por seu trabalho com radiação - o qual incluía um número de experimentos nos quais eles se queimavam com compostos radioativos para observar os efeitos. "Poeira, o ar no quarto, e as roupas da pessoa, tudo se tornava radioativo", Curie percebeu de modo sombrio. A doença da radiação deixou Pierre inválido antes da sua morte. A filha deles Irene, o genro deles e vários assistentes de laboratório, todos morreram ou ficaram severamente debilitados por várias doenças ligadas à radiação. Marie viveu mais de sessenta anos, mas, em geral, ela teve uma saúde ruim, além de cegueira e surdez que evoluíram por anos antes de sua morte por leucemia.

**atividades propostas**

1. (UFSP) Considerando o texto, pode(m)-se afirmar:  
I. O casal Curie viveu grande parte de sua vida dedicado à ciência.  
II. Madame Curie foi pioneira no estudo da radioatividade.  
III. Dois prêmios Nobel foram concedidos a Pierre Curie.

Está(ão) correta(s)

a) apenas I. c) apenas III. e) apenas II e III.  
b) apenas II. d) apenas I e II.

2. (UFSP) Assinale a alternativa que melhor expressa o objetivo do texto

a) Chamar a atenção para a importância da descoberta do polônio e do rádio.  
b) Alertar sobre os malefícios da radioatividade para o ser humano.  
c) Apresentar fatos relevantes da biografia de uma grande cientista.  
d) Contar um pouco da história do prêmio Nobel.  
e) Relatar o surgimento da Química como campo de estudo.

3. (UFSP) Com relação à informação contida no trecho "With regard to the chemical elements, the detection of radium is said to be second in importance only to the discovery of oxygen" (ref.2), pode-se afirmar:

a) É atribuída igual importância à descoberta do rádio e do oxigênio.  
b) A descoberta do oxigênio é considerada mais importante do que a descoberta do rádio.  
c) A descoberta do átomo serviu de base para o trabalho de Madame Curie.  
d) A descoberta do oxigênio é a segunda mais importante no campo da Química.  
e) Madame Curie descobriu o rádio e o oxigênio.

4. (UFSP) A alternativa que melhor expressa a ideia da frase "Curie demonstrated that women could excel in male-dominated fields" (ref.6) é a seguinte:

a) Curie apresentou seu trabalho para um grupo de cientistas masculinos.  
b) Curie demonstrou excelência masculina no domínio da ciência.  
c) Curie declarou que o mundo da ciência é dominado pelos homens.  
d) Curie conseguiu despertar a atenção de cientistas do sexo masculino.  
e) Curie conseguiu mostrar que as mulheres podem sobressair-se em áreas dominadas pelos homens.

5. (UFSP) Considerando o texto, pode(m)-se afirmar:  
I. Madame Curie morreu antes de completar sessenta anos, em decorrência de leucemia.  
II. Madame Curie ficou cega e surda.  
III. Elementos do laboratório das Curies, inclusive o ar que respiravam, tornaram-se radioativos.

Está(ão) correta(s)

a) apenas I. c) apenas III. e) apenas II e III.  
b) apenas II. d) apenas I e II.

**respostas**

**Resposta da questão 1: [D]**  
A afirmação II está errada, pois, segundo o texto, o segundo prêmio foi concedido apenas à Marie Curie. In 1911, Curie became the first and only woman to win a second Nobel prize. She earned, on her own, the award in chemistry for isolating pure radium.

**Resposta da questão 2: [C]**  
Claramente o texto trata da trajetória pessoal de Marie Curie e suas conquistas para a ciência.

**Resposta da questão 3: [B]**  
Na tradução do trecho, nota-se que a descoberta do rádio perde apenas para a descoberta do oxigênio em grau de importância.

**Resposta da questão 4: [E]**  
A palavra Excel significa ser excelente (se sobressair) e male-dominated fields pode ser traduzido como "áreas dominadas por homens".

**Resposta da questão 5: [E]**  
Neste trecho, observamos a afirmação de que Marie viveu mais de 60 anos. "Marie lived into her sixties".

**b)**

Fonte: Autor (2023).

A organização do conhecimento deve ocorrer de modo simultâneo e nesse mesmo momento os alunos serão estimulados a refletir, no componente curricular de História (Figura 7), sobre as causas da 2ª Guerra Mundial (Figura 7a) e o fim do conflito com o bombardeio de Hiroshima e Nagasaki (Figura 7b). Nessa seção, os alunos serão levados a refletir através de vídeos, discussões e atividades que são propostos ao longo do material como forma de fixação do conhecimento (Figura 7c).

Figura 7 - Material de História

**CONFLITOS INTERNACIONAIS: 2ª GUERRA MUNDIAL**

Segunda Guerra Mundial foi um conflito de proporções globais que aconteceu entre 1939 e 1945. Caracterizada como um conflito armado de guerra total, foi a maior mobilização de todos os recursos para a guerra, a Segunda Guerra Mundial foi a maior e mais sangrenta guerra da história da humanidade. Após seis anos de conflitos, mais de 60 milhões de pessoas morreram.

**Fontes principais:**

- 1ª Segunda Guerra Mundial estendeu-se de 1939 até 1945.
- 2º O conflito resultou morte de 60 milhões a 70 milhões de pessoas, embora existam estatísticas que sugiram que a guerra provocou mais que 70 milhões de mortos.
- 3º O estopim para a deflagração da guerra foi a invasão da Polónia pelos alemães em 1º de setembro de 1939.
- 4ª A guerra iniciou-se na Europa, mas espalhou-se pela África, Ásia e Oceania e contou com o envolvimento de nações de todos os continentes, inclusive o Brasil.
- 5ª Pode ser organizada em três fases distintas: a fase da supremacia alemã, a fase em que as forças estavam equilibradas e a fase que marcou a derrota alemã.
- 6ª Os grupos que se enfrentaram na guerra foram os Aliados (Reino Unido, França, União Soviética e Estados Unidos) e o Eixo (Alemanha, Itália e Japão).
- 7ª Esse conflito ficou marcado por uma série de acontecimentos importantes, tais como o Massacre de Katyn, o Holocausto, o Massacre de Babi Yar e o lançamento das bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki.
- 8ª Two Tim foi oficialmente em 2 de setembro de 1945, quando os japoneses assinaram um documento que reconhecia sua rendição incondicional aos americanos (os aliados renderam-se aos Aliados em maio de 1945).

**Comentários para o professor**

Sugere-se aqui, que o professor realize uma leitura comentada no qual levanta as seguintes questões a respeito da 2ª Guerra Mundial. Após essa leitura de comentários, sugere-se a exibição de dois vídeos animados que tratam do assunto. Professores, considere explicar as causas do conflito e as motivações políticas do mesmo. Após realizar a condução de sua aula, sugere-se ainda que como atividade avaliativa, seja solicitado aos alunos um resumo e a criação de um mapa mental sobre a Segunda Guerra Mundial.

**2ª GUERRA MUNDIAL: O FIM DO CONFLITO COM O BOMBARDEIO DO JAPÃO PELOS ESTADOS UNIDOS**

O lançamento das bombas atômicas pelos Estados Unidos sobre Hiroshima e Nagasaki resultou na destruição total dessas cidades e no fim da Segunda Guerra Mundial.

Nos dias 6 e 9 de agosto de 1945, os Estados Unidos foram os primeiros a usar a bomba atômica contra as cidades japonesas de Hiroshima (Little Boy) e Nagasaki (Fat Man). Essas bombas foram utilizadas para forçar a rendição japonesa e evitar que as tropas americanas precisassem invadir o Japão por terra. Ainda hoje esse episódio gera debates entre os historiadores e o respeito da questão ética que envolveu o lançamento de bombas atômicas contra civis.

**Comentários para o professor**

O conflito entre os Estados Unidos e o Japão na Segunda Guerra Mundial foi iniciado após um ataque surpresa dos japoneses contra a base naval americana de Pearl Harbor, localizada no Havaí, em 7 de dezembro de 1941. Esse ataque resultou em mais de 2.400 americanos mortos e levou à declaração de guerra dos Estados Unidos contra o Japão. A partir desse momento, os Estados Unidos e o Reino Unido, aliados, começaram a bombardear o Japão com bombas atômicas. O primeiro ataque ocorreu em 6 de agosto de 1945, quando os Estados Unidos lançaram a bomba atômica "Little Boy" sobre Hiroshima. O segundo ataque ocorreu em 9 de agosto de 1945, quando os Estados Unidos lançaram a bomba atômica "Fat Man" sobre Nagasaki. Esses dois ataques resultaram na morte de mais de 140.000 japoneses e na destruição total das cidades. O Japão rendeu-se incondicionalmente aos aliados em 15 de agosto de 1945, encerrando a Segunda Guerra Mundial.

**atividades propostas**

1. [Enunciado] No dia primeiro de setembro de 1939, a Alemanha invadiu a Polónia dando início à Segunda Guerra Mundial. A guerra durou 6 anos e custou a vida de mais de 70 milhões de pessoas. Sobre a Segunda Guerra Mundial, é correto dizer que:
  - a) a política de apaziguamento praticada pela França e pelo Reino Unido impediu o avanço das tropas alemãs.
  - b) o apoio da França e do Reino Unido ao General Franco durante a Guerra Civil Espanhola contribuiu para o triunfo dos nacionalistas.
  - c) a conquista de espaços vitais, defendidos pelos nazistas em seu programa, foi o que levou ao início do conflito.
  - d) o Tratado de Versalhes, assinado por Churchill e pelos franceses, não foi bem aceito pelos alemães.
2. [Enunciado] Em maio de 1940, Hitler desencadeou a invasão da Bélgica, da Holanda e da França, aplicando sua estratégia no Ocidente. Considerando essa fase da Segunda Guerra Mundial, assinale a afirmativa correta.
  - a) O Massacre de Katyn ocorreu em Dnepropetrovsk, durante o avanço das tropas alemãs para a Polónia.
  - b) A invasão da Polónia foi acompanhada de uma política de extermínio da população, praticada pelos alemães.
  - c) A invasão da França pelos alemães, através da Bélgica, repetiu o mesmo plano usado pelos alemães na Primeira Guerra Mundial.
  - d) A Batalha da Inglaterra foi um dos momentos cruciais da guerra e destacou o papel da Real Força Aérea.
3. [Contexto] Enquanto os entusiastas fascistas falavam de participação dos trabalhadores na indústria, os alemães desparachutavam suas munições e trabalhadores italiani para lutar na Alemanha. Enquanto a metralhadora nacionalista da Itália malgastava de propaganda de Saló continuava incansavelmente, a Alemanha [...] lançou a territorialização do grande Império Austro-Húngaro em 1938-1939.
 

Fonte: Bloch, Mussolini e Hitler (2001).

  - a) Benito Mussolini foi deposto de governo italiano em 1943. Com a ajuda militar da Alemanha nazista, os fascistas italianos instalaram uma República no norte da Itália, conhecida como República Salentina.
  - b) A extinção das políticas nacionalistas no continente europeu como consequência da derrota militar dos regimes totalitários.
  - c) A diferença da organização do Estado fascista italiano para com o regime autoritário do partido único brasileiro.
  - d) A constituição de uma organização fascista internacionalista de ajuda ao esforço de guerra da Alemanha nazista contra os bolcheviques.
  - e) A situação de movimento de alianças político-militares de sistemas governamentais ideológicos semelhantes.
  - f) A aproximação do governo fascista com grupos armados contrários às anulações dos direitos humanos pelos alemães.
4. [Imagem] Observe as duas imagens a seguir.
 

**Respostas**

Resposta da questão 1: [C]  
A chamada Teoria do Espeto Vital, criada por Adolf Hitler, defendia a necessidade de expansão territorial para garantir a sobrevivência da raça alemã. Essa teoria foi fundamental para a política de apaziguamento praticada pela França e pelo Reino Unido, que permitiu a expansão alemã sem interferência externa.

Resposta da questão 2: [D]  
A Real Força Aérea Italiana, criada durante a Primeira Guerra Mundial, teve papel decisivo na Batalha da Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial, na qual o Reino Unido se defendeu dos ataques da Força Aérea Alemã.

Resposta da questão 3: [E]  
Entre as décadas de 1930 e 1940, os regimes autoritários, liderados por Hitler e Mussolini, buscavam a expansão territorial e a criação de um grande império. A Alemanha nazista e o Reino Unido se opuseram a essa política, resultando na Segunda Guerra Mundial.

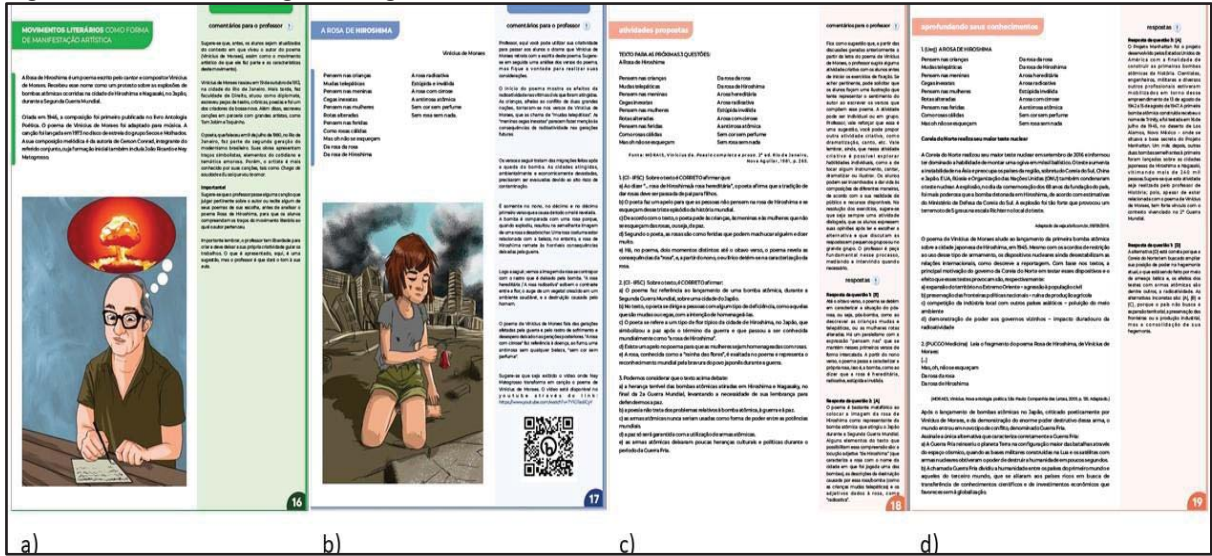
Resposta da questão 4: [Imagem]  
A imagem à esquerda mostra um soldado alemão em uma trincheira durante a Primeira Guerra Mundial. A imagem à direita mostra um soldado britânico em uma trincheira durante a Segunda Guerra Mundial. Ambas as imagens ilustram a natureza brutal e defensiva da guerra.

Fonte: Autor (2023).

Com base nisso, inicia-se o trabalho no componente curricular de Língua Portuguesa (Figura 8), no qual o aluno será levado a discutir como os artistas se manifestavam frente os acontecimentos mundiais. Para tanto, o material traz informações sobre o poeta Vinícius de Moraes (Figura 8a) e a discussão da letra do poema “Rosa de Hiroshima” (Figura 8b). Além disso, o material sugere que o professor trabalhe com ilustrações para que os alunos retratem na forma de ilustração o sentimento que lhes é transferido ao discutir tal tema. Em seguida, o material conta com duas sequências de atividades, uma para ser realizada com a professora de Língua Portuguesa (Figura 8c) e outra onde o poema é relacionado diretamente com fatores históricos. Após, sugere-se que o professor de História realize a intervenção para essas atividades (Figura 8d).



Figura 8 - Material de Língua Portuguesa



Fonte: Autor (2023).

Ainda de maneira simultânea, os componentes de Biologia e Química irão tratar dos acidentes radioativos, suas causas e consequências. Na Figura 9, observa-se o material de Biologia que trata do acidente radioativo radiológico do Césio-137, ocorrido em Goiânia (Figura 9a). Além disso, tal componente curricular incumbem-se de abordar os efeitos que a radiação provoca no organismo humano (Figura 9b) e as dificuldades encontradas no descarte do lixo radioativo (Figura 9c). Nessa seção, são sugeridos vídeos de revisão para fixação da aprendizagem, assim como exercícios diversificados a respeito do tema (Figura 9d).

Figura 9 - Material de Biologia



Fonte: Autor (2023).

Na Figura 10, observa-se o material proposto para o trabalho com o componente curricular de Química a respeito dos acidentes de Chernobyl (Figura 10a) e Fukushima (Figura 10b). A proposta final para essa seção interdisciplinar de organização do conhecimento sugere

que o professor realize como atividade colaborativa a construção de um mapa conceitual com os alunos, como apresentado na Figura 10c).

Figura 10 - Material de Química

**ACIDENTE DE CHERNOBYL**

O acidente de Chernobyl aconteceu em 26 de abril de 1986, quando o reator 4 da usina nuclear de Chernobyl expôs e lançou material radioativo na atmosfera.

O acidente de Chernobyl foi o maior acidente nuclear da história. Esse tragédia ocorreu na União Soviética (atual Ucrânia), localizada na cidade de Prypiat, a cerca de 30 km da cidade de Chernobyl, na antiga União Soviética (atual território ucraniano). Mais de 10 milhões de pessoas foram obrigadas a deixar suas casas e a se mudar para locais seguros.

O acidente de Chernobyl aconteceu às 1h30min, portanto, na madrugada de 26 de abril de 1986. Esse acidente aconteceu no reator 4 da usina de Chernobyl e foi resultado de falha humana, uma vez que os operadores do reator desligaram o sistema de segurança. Além disso, foi apontado posteriormente que os reatores RBMK (Reatores de Barragem de Pressão com Elementos de Combustível) usados em Chernobyl e em outras usinas soviéticas tinham um grave erro no seu projeto, o qual permitiu que o acidente acontecesse. Isso ocorreu durante um teste de segurança que estava em curso e resultou na explosão do reator 4. Com a explosão, dois trabalhadores da usina foram mortos, e na sequência, um indivíduo no reator 4 iniciou o vazamento de radiação. A explosão deixou o reator nuclear exposto, e o núcleo foi responsável por jogar na atmosfera uma elevada quantidade de material radioativo.

O reator lançou material radioativo lançado na atmosfera, principalmente para o oeste e norte de Prypiat, e a radiação espalhou-se pelo mundo. Posteriormente, foram identificados altos níveis de radiação em locais como Polónia, Suécia, Suíça e Alemanha, e até em locais muito distantes, como Ilhas Marshall, Estados Unidos e Canadá.

Os primeiros a alertarem a comunidade internacional de que algo havia acontecido no Urso Soviético foram os países. Os questionamentos realizados ao governo soviético levaram-no a admitir, no dia 28 de abril, que o acidente havia acontecido, mas ainda, os cientistas estavam da escuridão o que havia acontecido, tornando os impactos disso para a população do país.

**ACIDENTE EM FUKUSHIMA**

Após ter parte de seu território devastado por um terremoto seguido de um tsunami, japonês, enfrentou vazamentos de radiação em usina nuclear afetada. O acidente, porém, não é comparável à maior tragédia nuclear da história.

O terremoto de 8,9 graus na escala Richter e o tsunami que atingiram o Japão na madrugada de 9 de março de 2011 (Porto de Brasília) provocaram danos na usina nuclear de Fukushima, localizada no sudeste-nordeste do Japão. Vazamentos radioativos foram registrados e um incêndio devastou nuclear mobilizou a comunidade internacional.

No momento do terremoto, 3 usinas localizadas na região estavam em processo de desligamento. Como parte do procedimento, os reatores precisaram ser resfriados, uma vez que o reator nuclear permaneceu acionado mesmo após a interrupção na geração de energia. Cerca de uma hora depois do terremoto, a usina de Fukushima foi atingida pelo tsunami. O sistema de resfriamento foi afetado e os técnicos japoneses passaram a adotar medidas alternativas, como a injeção de água do mar nos reatores. No entanto, após três dias de esforços, o sistema de resfriamento não conseguiu mais funcionar e os reatores começaram a superaquecer, o que levou a explosões no interior da segunda, terceira e quarta usinas.

Segundo informações do governo japonês, houve vazamento radioativo, mas os níveis estavam controlados. Os níveis de radiação no entorno da usina superaram em oito vezes o limite de segurança, levando a evacuação da população em um raio de 20 km ao redor da usina.

**SITUAÇÃO PROBLEMA: Quais conhecimentos devemos possuir para compreender o funcionamento de uma bomba nuclear?**

**atividades colaborativas: ELABORAÇÃO DE UM MAPA CONCEITUAL**

Fonte: Autor (2023).

Após a atividade colaborativa, é possível observar na Figura 11c) o início da diferenciação progressiva, a partir daqui o trabalho do material passa a focar no componente curricular de Química. Nesta etapa, os conteúdos são introduzidos a partir de uma situação-problema inicial. Nesse caso, a situação proposta é “Quais conhecimentos devemos possuir para compreendermos o funcionamento de uma bomba nuclear?”. A partir de tal questionamento, espera-se que o assunto seja discutido em sala como forma de se iniciar o trabalho com o conteúdo específico de radioatividade (Figura 11), partindo-se então para os estudos das características das emissões radioativas (Figura 11a) e das leis da radioatividade (Figura 11b). Em seguida, são propostos exemplos (Figura 11b) para que o professor instigue os alunos a interpretar as situações-problema propostas e em seguida resolverem por si só a seção de exercícios apresentados. Também, são apresentados aos alunos os conceitos das Reações de Fissão e Fusão Nuclear (Figura 11c), bem como suas características, e são também propostos exercícios para verificação da aprendizagem (Figura 11d).



Figura 11 - Conteúdo específico de Química - Parte 1

**RADIOATIVIDADE**

Em 1896, o físico francês Henri Becquerel descobriu a radioatividade ao estudar os sais de urânio. Ele observou que esses sais emitiam uma radiação que penetrava em uma placa de chumbo e deixava uma mancha escura em uma placa fotográfica.

**Tipos de radiação**

Existem três tipos de radiação:  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta) e  $\gamma$  (gama). A radiação  $\alpha$  é formada por núcleos de hélio, a  $\beta$  por elétrons ou pósitrons, e a  $\gamma$  por fótons de alta energia.

**LEIS DA RADIOATIVIDADE**

**Lei de decaimento**

A taxa de decaimento de uma substância radioativa é proporcional à quantidade de substância presente. Isso é expresso pela equação:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

onde  $N$  é o número de átomos e  $\lambda$  é a constante de decaimento.

**Lei de meia-vida**

A meia-vida ( $t_{1/2}$ ) é o tempo necessário para que a quantidade de uma substância radioativa diminua pela metade.

**REACÇÕES NUCLEARES**

**Fusão nuclear**

É a reação em que dois núcleos leves se combinam para formar um núcleo mais pesado, liberando uma grande quantidade de energia.

**Fissão nuclear**

É a reação em que um núcleo pesado se divide em dois núcleos mais leves, liberando uma grande quantidade de energia.

**RADIOATIVIDADE**

A radioatividade tem muitas aplicações, desde a medicina (radioterapia) até a indústria (datação por carbono-14).

Fonte: Autor (2023).

Após a apropriação desse conteúdo, continuamos a sequência de atividades (Figura 12) propondo uma situação-problema mais complexa (Figura 12a) que instigue a curiosidade dos estudantes. Dessa vez o problema proposto é: “Em quanto tempo, após a liberação de um composto radioativo, uma região torna-se segura novamente?”. A problemática aqui tratada mune o professor de ferramentas para instigar questionamentos aos alunos em sala de aula e, a partir disso, construir o último conteúdo proposto das UEPS que é o estudo do período de meia-vida (Figura 12a). O material prioriza a abordagem do conteúdo por meio da interpretação dos exercícios e raciocínio lógico, dispensando assim a utilização de fórmulas para a resolução dos problemas, porém, fica como sugestão ao professor as equações matemáticas para tal cálculo, já que esse pode julgar pertinente. A seção possui em sua estruturação um momento inicial com exemplos que deverão ser realizados em conjunto professor-aluno para ilustrar a interpretação e aplicação do conceito de meia-vida nas situações-problema propostas (Figura 12b) e em seguida os estudantes devem colocar em prática o conteúdo assimilado com atividades propostas (Figura 12c).

Figura 12 - Conteúdo específico de Química - Parte 2

**Figura 12** displays three pages from a chemistry textbook, specifically focusing on nuclear chemistry. The pages are numbered 45, 46, and 48.

- Page 45:** Features a section titled "situação problema" (problem situation) with a cartoon illustration of a person in a yellow hazmat suit. The text discusses the complexity of nuclear decay and introduces the concept of half-life. A diagram shows a city skyline with a person in a hazmat suit standing in front of it. The text includes a question: "Em quanto tempo, após a liberação de um composto radioativo, uma região torna-se segura novamente?" (How long will it take after the release of a radioactive compound for a region to become safe again?).
- Page 46:** Contains a section titled "atividades propostas" (proposed activities). It includes a question about the half-life of a radioactive substance and a calculation involving the decay of a substance. The text includes a question: "O tempo estimado para que esse material se desintegre até atingir 3,210% da sua massa inicial é:" (The estimated time for this material to decay to 3.210% of its initial mass is:). The options are: a) 40 dias, b) 120 dias, c) 160 dias, d) 200 dias.
- Page 48:** Contains a section titled "atividades propostas" (proposed activities). It includes a question about the half-life of a radioactive substance and a calculation involving the decay of a substance. The text includes a question: "O tempo estimado para que esse material se desintegre até atingir 3,210% da sua massa inicial é:" (The estimated time for this material to decay to 3.210% of its initial mass is:). The options are: a) 40 dias, b) 120 dias, c) 160 dias, d) 200 dias.

Fonte: Autor (2023).

Durante a elaboração do material, orientações para o professor foram escritas e disponibilizadas do lado direito, algumas informações do conteúdo, curiosidades e análises dos temas também foram disponibilizados a fim de enriquecer a aula do professor. Na proposta, a aula dialogada com os estudantes é um ponto que deve ser explorado pelo professor, logo, as informações disponíveis podem ser utilizadas para fomentar discussões em sala de aula que levem os alunos a construírem mecanismos cognitivos para associação do conteúdo apresentado. Além disso, nas páginas em que se encontram atividades, há sugestões de como realizá-las e o gabarito comentado das atividades.

O processo avaliativo do educando é um grande desafio em qualquer proposta didático-educacional, assim, sugere-se que o professor avalie as discussões, os questionamentos, a resolução das atividades em grupos e a participação dos estudantes. Para encerrar todo esse processo, a proposta é a elaboração de um lapbook<sup>14</sup>, uma maneira diferente e descontraída de mobilizar os conhecimentos adquiridos até então pelos educandos, como podemos observar na Figura 13.

<sup>14</sup> O termo "lapbook" vem do inglês, de modo que lap significa colo e book significa livro, logo, poderíamos traduzir para "livro de colo". Essa é uma ferramenta que pode ser utilizada em todos os níveis educacionais e consiste em criar uma pasta dobrável com recortes, desenhos, bolsos, abas e o que mais a criatividade do aluno permitir. O objetivo é que o aluno explore sua criatividade para, de forma visual, demonstrar o que aprendeu.

Figura 13 - Atividade colaborativa avaliativa

**atividade colaborativa avaliativa**


**Construção de um lapbook:**

**Material necessário:**

- 1 folha de cartolina ou papel cartão
- Pincel atômico
- Lápis de cor
- Cola
- Tesoura sem ponta
- Lápis
- Caneta

Utilize toda sua criatividade e, em grupos, construa um lapbook com o tema central

**Radioatividade. Aplique os conhecimentos adquiridos até aqui. Bom trabalho!**



**comentários para o professor**

Professor, o lapbook é a forma que sugerimos de terminar essa UEPS. Sugere-se que os alunos sejam divididos em grupos, para que cada grupo confeccione seu lapbook. Pode ser apropriado, nesse contexto, pedir para que alguns colegas que trabalharam as unidades interdisciplinares cedam uma aula para que os alunos confeccionem o lapbook com eles também. É uma atividade colaborativa para os alunos, mas por que não realizá-la de modo colaborativo com os outros professores?

**O que é um lapbook?**  
É uma ferramenta que você pode usar em lugar de folhas para a execução de um trabalho escolar. Pode ser usado pelo aluno da pré-escola, do fundamental, médio e superior. Os lapbooks são ferramentas de revisão imediata.

**Como são feitos os lapbooks?**  
São feitos de pastas de papéis de arquivo, cartolina, papel Color Set etc., você é livre para usar sua imaginação! Um lapbook é usado para criar uma coleção de mini livros (mini books) e atividades que podem ser postas dentro de uma pasta de papéis. Cada mini book contém um projeto, um ponto fundamental ou conceito relativo ao estudo de determinada unidade, assunto ou fato.

**Benefícios dos lapbooks:**

- \* destinam-se a reforçar e a suplementar o que o aluno aprendeu sobre determinado assunto;
- \* permitem que os estudantes sejam criativos;
- \* podem ser usados como ferramenta de estudo de várias unidades;
- \* são pastas já prontas de estudos;
- \* são ferramentas de revisão imediata;
- \* são fáceis de armazenar.

50

Fonte: Autor (2023).

O material do professor possui vários links de vídeos que podem ser utilizados como suporte de ensino-aprendizado em sala de aula, ou mesmo como revisão do conteúdo. Os vídeos estão indicados através de links no lado direito do material e podem ser acessados também via QRCode, para facilitar sua reprodução em dispositivos móveis e/ou espelhamento em TV.

A estruturação do material do aluno é idêntica à do material do professor, porém, os comentários contidos no lado direito, links, etc., foram substituídos por espaços para que os alunos possam fazer anotações da aula ou mesmo registrar dúvidas, comentários e o que mais desejarem ao longo do processo de ensino aprendizagem. Na Figura 14, são apresentadas algumas páginas com a estruturação do material do aluno:

Figura 14 - Material do aluno

Fonte: Autor (2023).

Nota-se que, além do espaço para que o aluno realize anotações, optou-se por reiniciar a numeração do material, facilitando assim seu uso em sala de aula pelo professor. Assim, apesar de estar situado em um mesmo arquivo, a paginação do material do aluno é idêntica à paginação do material do professor.

## 4.2 Estudo da viabilidade da UEPS

Nesta seção, encontram-se as informações acerca da escola e do perfil dos estudantes na instituição em que o estudo de viabilidade da proposta didática foi desenvolvido. Em um primeiro momento, o estudo foi realizado com alunos da 3ª série do Ensino Médio, para verificar a viabilidade de implementação do material em sala de aula e posteriormente utilizá-lo como referência para um curso de formação de professores baseado na TAS e na execução de uma UEPS. Além disso, destaca-se que a implementação do trabalho foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo (UPF) com número 5.799.954 (vide Anexo A).

O lócus da prática foi uma escola estadual de Ensino Médio e Fundamental da cidade de Rio Verde/GO, com uma turma de 3ª série do Ensino Médio do turno matutino. Trata-se de uma escola pública, com Ensino Fundamental Fase II e Ensino Médio, com aproximadamente 600 alunos, divididos entre os turnos matutino e vespertino. A autorização para realização do estudo de viabilidade está no Anexo B.



A escola encontra-se em área próxima ao centro da cidade e possui alunos de diferentes regiões e bairros. A maioria deles vem de bairros próximos à escola. Os participantes do estudo possuem entre 16 e 18 anos. No turno matutino, no qual foi realizada a pesquisa, concentram-se as turmas de Ensino Médio; no turno vespertino, concentram-se as turmas de Ensino Fundamental – Anos Finais.

Nesta seção, são apresentados e discutidos resultados do estudo de viabilidade realizado com a UEPS desenvolvida. Os dados são apresentados na forma de intervenção didática. Posteriormente, esta seção aborda os dados e as discussões a respeito do curso de formação de professores implementado, assim como relato dos professores envolvidos na aplicação do curso.

#### *4.2.1 O relato do estudo de viabilidade*

O produto educacional foi desenvolvido na forma de UEPS com o tema central “Radioatividade: uma abordagem interdisciplinar a partir dos acidentes radioativos”. Foi aplicado em uma turma da 3ª série do Ensino Médio de um Colégio Estadual situado na cidade de Rio Verde, estado de Goiás, na qual 24 alunos estavam regularmente matriculados. Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (pais e alunos maiores) e Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) estão nos Apêndices A, B e C respectivamente.

Para a aplicação da unidade de ensino, foi necessária uma articulação com a equipe gestora e também com a equipe de professores que estariam diretamente envolvidos na aplicação do produto, uma vez que este apresenta uma estrutura interdisciplinar para a organização do conhecimento previsto na UEPS. Para tanto, a equipe gestora foi comunicada e a coordenação pedagógica representou papel importante nesta articulação junto à equipe. Foi sugerida a adição das atividades previstas na UEPS ao Plano de Ação Pedagógica (PAP) do Colégio com a respectiva indicação dos professores envolvidos e suas funções durante a execução da proposta didática. O TCLE destinado ao grupo de professores participantes da intervenção didática encontra-se no Apêndice D.

O professor de Química regente atuou como mediador no processo com os demais professores, que apresentaram uma pré-disposição de participar do projeto e articular as ideias para que a prática pudesse ser executada. Após todas as articulações realizadas, tanto com a equipe gestora quanto com os demais professores, houve então o início da aplicação do da UEPS em sala de aula.



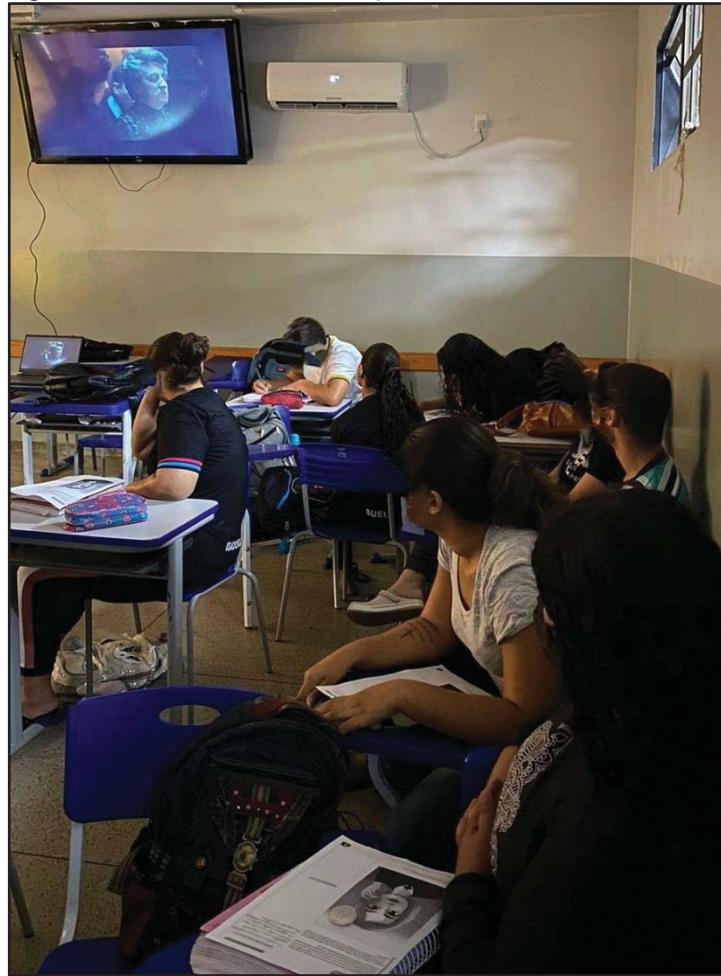
acidentes ocasionados com materiais radioativos. Além disso, o termo “arma”, em sua percepção, os remete a guerras e a bomba atômica; a palavra “doenças” os faz associarem o tema ao câncer. Já em contraste aparecem as citações “energia nuclear” e “sustentabilidade”; na visão dos estudantes, esses temas lembram as usinas nucleares e a não emissão de gases de efeito estufa por esse tipo de energia. Além disso, durante as discussões, foi levantada a capacidade de se produzir uma grande quantidade de energia a partir da energia nuclear se comparada com os outros tipos de energia. Referências ao acidente de Goiânia com o Césio-137, a capacidade de a radiação ocasionar mutações genéticas e o medo da população dessas mutações serem transmitidas hereditariamente também foram levantadas.

Apesar de tantos aspectos negativos, como as mortes ocasionadas e o sofrimento das famílias, alguns alunos citaram a capacidade do avanço tecnológico a partir de novos exames como por exemplo os Raios X. Outro ponto elencado é a preocupação ambiental a partir dos acidentes ocorridos e suas implicações para o equilíbrio ecológico. De acordo com os alunos, o fato de não podermos enxergar as emissões radioativas amplia o sentimento de pesar da sociedade e sua resistência pelo medo de contaminação por algo que a população no geral não compreende bem.

Na aula seguinte, iniciou-se o processo de organização do conhecimento, quando os alunos foram expostos a informações que se esperava que eles já possuísem como conhecimento prévio. Esse trabalho foi realizado de maneira interdisciplinar com os componentes curriculares de Química, Língua Estrangeira Moderna – Inglês, História, Língua Portuguesa e Biologia. Nessa abordagem, utilizou-se a interdisciplinaridade heterogênea, a qual, segundo Carlos (1995), é baseada em uma “soma” de informações oriundas de diversas disciplinas, que visam garantir a formação ampla e geral dos estudantes através de programas dosados de forma diferente.

O início dos trabalhos deu-se com a exibição do filme *Radioactive*, disponível na plataforma de streaming Netflix. O filme narra a vida de Marie Curie e as contribuições de sua pesquisa para o estudo da radioatividade. A Figura 16 registra o momento de exibição do filme, quando os estudantes foram orientados a realizar anotações acerca dos fatos mais relevantes que conseguiram extrair do drama biográfico exibido.

Figura 16 - Alunos durante a exibição do filme Radioactive



Fonte: Autor (2023).

Na aula seguinte à exibição do filme, foram realizadas discussões no formato de roda de conversa, quando os estudantes foram estimulados a elencar os elementos que observaram durante a exibição do filme. Foram apontados fatos como a discriminação sofrida por Marie Curie devido ao seu gênero e xenofobia realizada pelos franceses com ela. Observou-se que a cientista sofreu discriminação do comitê da Universidade, que era composto apenas por homens. Além disso, pontuaram a exaltação do marido quando o Prêmio Nobel é atribuído ao casal. Segundo os alunos, é possível observar uma forte predominância do machismo na sociedade da época. Surgiram alguns questionamentos a respeito da personalidade dura de Marie Curie e ao mesmo tempo levantou-se a questão de isso ser um mecanismo de defesa para os preconceitos sofridos à época. Além disso, um fato que deu ao debate um caráter de comoção foi o trauma apresentado por Marie Curie com a morte de sua mãe; e, por fim, os alunos observaram uma ação empática desta ao decidir ceder seus prêmios em troca de arrecadar fundos para comprar equipamentos para diagnóstico de soldados da guerra. Também, o desfecho da história – em que a cientista acaba vindo a óbito pelos efeitos de uma descoberta

que no futuro seria capaz de salvar milhões de vidas a partir dos avanços da medicina – também foi considerado tocante.

Nas aulas que se seguiram à exibição do filme, os professores das disciplinas de Língua Estrangeira Moderna – Inglês, História, Língua Portuguesa, Biologia e Química iniciaram um trabalho de organização do conhecimento prévio da turma. Na disciplina de Língua Inglesa, a professora trabalhou com os estudantes, em grupo, uma atividade de interpretação de texto referente à vida do casal Curie e aplicou um conjunto de exercícios de fixação, como apresentado na Figura 17:

Figura 17 - Aula de Língua Inglesa



Fonte: Autor (2023).

Durante a aula de História, os alunos foram instigados a refletir sobre a 2ª Guerra Mundial e sobre os impactos que foram gerados a partir do bombardeio de Hiroshima e Nagasaki. Também, foram incentivados a expressar-se oralmente, assistiram vídeos do respectivo tema e realizaram exercícios de fixação do conteúdo. A Figura 18 mostra os alunos durante a exibição de um dos vídeos:



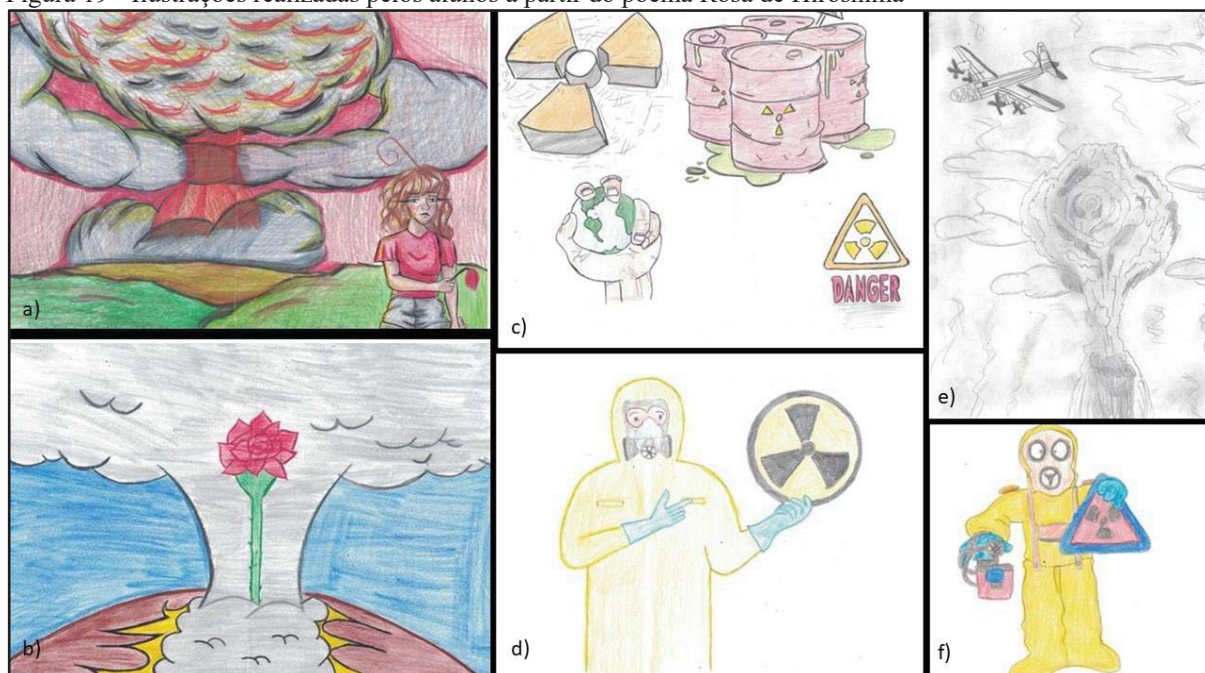
Figura 18 - Alunos durante a exibição de vídeo na aula de História



Fonte: Autor (2023).

Durante as aulas de Língua Portuguesa, a docente realizou uma retomada a respeito do movimento literário Modernismo, 3ª fase, e em seguida procedeu a uma análise dialogada do poema “Rosa de Hiroshima”, de Vinícius de Moraes. Nessa análise, os alunos foram instigados a compreender os significados implícitos nas entrelinhas do poema. Foi exibido um vídeo no qual o Ney Matogrosso dramatiza o poema em uma canção, e os alunos responderam a alguns exercícios e foram estimulados a produzir uma ilustração que retrata os fatos descritos no poema. Algumas ilustrações criadas pelos alunos são reproduzidas na Figura 19. Nos registros, é possível observar o retrato da “rosa” citada no poema formada pela explosão da bomba nuclear, além da devastação ocasionada por ela (Figura 19a, 19b e 19e). Também se observa que os alunos conseguem retratar a responsabilidade da sociedade com o futuro do planeta, com o registro de uma mão segurando a Terra, e que retratam os perigos do lixo nuclear associando-o com a responsabilidade humana (Figura 19c, 19d e 19f).

Figura 19 - Ilustrações realizadas pelos alunos a partir do poema Rosa de Hiroshima

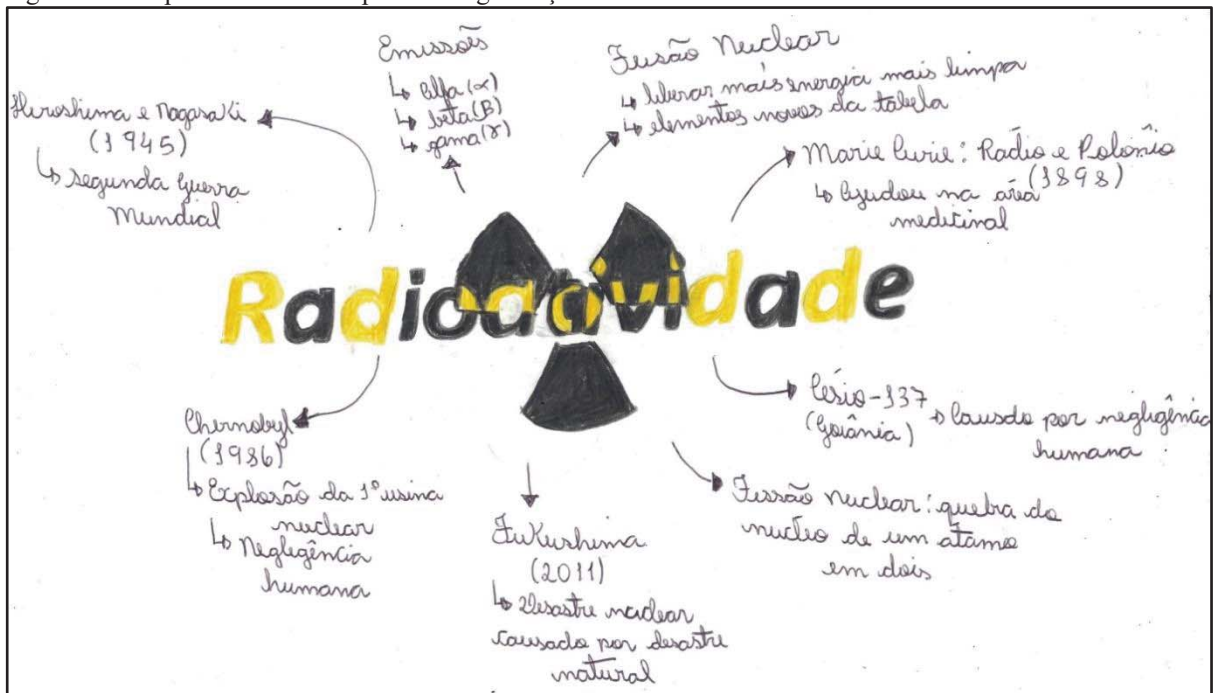


Fonte: Autor (2023).

Já na aula de Biologia, os alunos foram confrontados com as causas e desafios enfrentados no acidente do Césio-137 ocorrido em Goiânia. Além disso, assistiram a vídeos e participaram de um debate sobre as consequências do acidente na saúde dos indivíduos e as dificuldades no desgaste do material radioativo. Todas essas discussões foram realizadas através de roda de conversa e um diálogo foi estabelecido para que os fatos sejam discutidos, e, posteriormente, as atividades propostas fossem realizadas em duplas e trios. Também, as respostas foram socializadas com o grande grupo e as intervenções foram realizadas através de mediação do professor regente durante a execução das atividades e sua correção.

Nas aulas de Química, os alunos foram instigados a discutir as causas e os efeitos ocasionados pelos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima e foram estimulados, através de uma roda de conversa, a apontar detalhes que observaram a respeito dos acidentes elencados. Para encerramento da organização do conhecimento, deveriam construir um mapa conceitual que relacionasse os organizadores prévios utilizados até então para ilustrar os conhecimentos aprendidos, como ilustrado nas Figuras 20 e 21:

Figura 20 - Mapa conceitual a respeito da organização do conhecimento



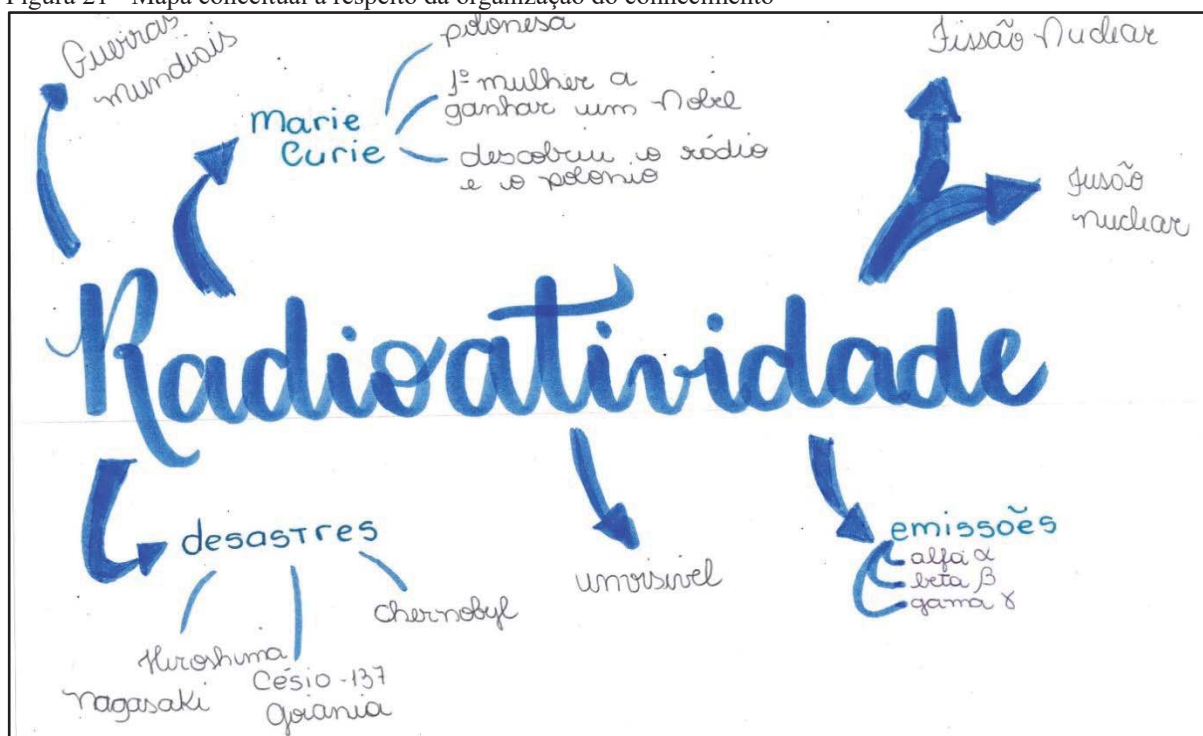
Fonte: Autor (2023).

Os mapas conceituais são diagramas que apresentam associação entre conceitos ou entre palavras que utilizamos para representar conceitos. Embora tais diagramas sejam organizados de maneira hierárquica e muitas vezes possuam setas em sua composição, tais representações não devem ser confundidas com organogramas, pois não apresentam uma temporalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Esses mapas são diagramas que apresentam significado ou relações de significado e também não devem ser confundidos com mapas mentais que são associacionistas, já que não se ocupam de relações entre conceitos. Essa ferramenta é muito versátil e pode ser utilizada para diversos fins: como técnica didática, recurso de aprendizagem ou ainda como meio de avaliação. Os mapas conceituais confeccionados por estudantes em uma atividade avaliativa possuem componentes idiossincráticos<sup>16</sup>. Logo, nunca se deve esperar que o estudante apresente um mapa conceitual “correto” de certo conteúdo. O que importa – e deve ser analisado pelo professor – é se no mapa conceitual apresentado há indícios de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo (Moreira, 2011).

<sup>16</sup> Isso significa que não existe mapa conceitual “correto”. Um professor nunca deve apresentar aos alunos o mapa conceitual de um certo conteúdo, e sim um mapa conceitual para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e as relações significativas entre eles (Moreira, 2011, p. 133).



Figura 21 - Mapa conceitual a respeito da organização do conhecimento



Fonte: Autor (2023).

Após o encerramento da seção de organização do conhecimento (que utiliza uma abordagem interdisciplinar) com a confecção dos mapas conceituais, iniciou-se, na disciplina de Química, a introdução dos conceitos mais específicos, que na UEPS chamamos de diferenciação progressiva, ou seja, as ideias mais gerais começam a ser diferenciadas progressivamente para culminar no aprendizado dos conhecimentos específicos de Química desejados. Nesse ponto, consegue-se vislumbrar momentos em que é possível identificar interdisciplinaridade unificadora. Segundo Farias e Sonaglio (2013), na interdisciplinaridade unificadora, o docente é mediador e interlocutor, e como tal é capaz de promover a interação dos conceitos das mais diferentes áreas de discussão. Nesse sentido, a interdisciplinaridade procede de uma coerência bastante estreita dos domínios de estudo das disciplinas, havendo integração, de certo modo, dos seus níveis de integração teórica. Já para Japiassu (1976), apesar de esta ser a legítima interdisciplinaridade, esse nível de integração só pode ser atingido através de pesquisa científica.

Para iniciar o processo, os alunos foram submetidos a seguinte situação-problema: “Quais conhecimentos devemos possuir para compreendermos o funcionamento de uma bomba nuclear?”. A partir de tal problemática, a turma, em uma roda de conversa dialogada e direcionada com o professor, ponderou que era importante compreender a natureza das emissões radioativas, assim como o processo que acontece com o átomo para que este sofra

uma explosão. Citaram ainda os desastres nucleares de Chernobyl e Fukushima e questionaram se havia semelhança com o funcionamento de uma bomba nuclear. Nesse momento ocorreu a intervenção do professor, dialogando e esclarecendo que, para compreender tal fato é necessário compreender as reações de fissão e fusão nuclear, o que permitirá que sejam observadas diferenças e semelhanças e que seja identificado qual delas é usada em cada situação. O objetivo de uma resposta quase que no formato de pergunta foi o de instigar os alunos aos conhecimentos que seriam apresentados em seguida a respeito das diferenças nas emissões radioativas, leis da radioatividade e reações nucleares.

Na aula seguinte, ainda de forma dialogada, foi utilizada a lousa para explicar a origem das principais emissões radioativas (alfa, beta e gama), bem como sua capacidade de penetração e possíveis efeitos ao organismo humano caso expostos a esse material. Durante a explicação, o professor apresentou questionamentos como “Vocês sabem o que a radioatividade provocou no organismo de Marie Curie? E lembram-se qual a relevância dessa cientista para o progresso da ciência?”; “Vocês sabem que partícula foi emitida pelo Césio no acidente de Goiânia?” e “Vocês sabem qual radiação é utilizada no tratamento para o câncer?”. Os alunos relacionaram os efeitos dessas emissões com o que foi trabalhado no componente curricular de Biologia a respeito do Césio-137.

Em seguida, foram apresentadas a primeira e a segunda lei da radioatividade para as emissões radioativas; iniciou-se com a representação genérica das leis, utilizando-se símbolos, e em seguida utilizou-se o exemplo de emissão contido no material do professor para que os alunos compreendessem a mudança que ocorre no núcleo dos átomos. Durante a explicação, os adolescentes questionaram como uma emissão beta (elétron) é emitida de um núcleo atômico se este encontra-se na eletrosfera do átomo, e um diálogo foi aberto a respeito da desintegração dos nêutrons, originando um próton (que permanece no núcleo atômico ocasionando o aumento de seu número atômico e de sua estrutura atômica) e um elétron, que é a partícula beta emitida em alta velocidade. Aproveitando tal questionamento, o professor introduziu a ideia de uma quarta partícula nuclear, o pósitron, ocasionada pela desintegração de um próton no núcleo, em um nêutron (que permanece no núcleo, porém ocasionando a diminuição de seu número atômico e de sua estrutura atômica) e uma partícula estruturalmente idêntica aos elétrons, porém, de carga positiva chamada pósitron.

Após as discussões o professor realizou as atividades constantes no material como exemplo, de maneira dialogada com os alunos, e, na aula seguinte, solicitou que estes respondessem às atividades propostas em duplas ou trios. O professor atuou como mediador das atividades, indo até os grupos e solucionando dúvidas pontuais. As atividades respondidas

foram socializadas com a turma e o professor realizou intervenções quando necessário. Observou-se que a turma apresentou grande interesse no conteúdo apresentado e que a maioria dos estudantes conseguiu resolver os exercícios sem intervenção do docente. Ao final, o professor solicitou que os alunos pesquisassem as equações de decaimento radioativo dos principais elementos químicos radioativos envolvidos nos acidentes de Chernobyl, Fukushima e Césio-137.

No encontro seguinte, o professor utilizou novamente a estrutura de aula expositiva dialogada para introduzir os conceitos de fissão e fusão nuclear. Iniciou-se a aula com a pergunta “Qual é a diferença entre as palavras fissão e fusão?”. Tal questionamento visava instigar os alunos a compreenderem a diferença básica de conceitos a partir da definição das palavras. O professor utilizou como exemplo os acidentes de Chernobyl e Fukushima que envolveram reações de fissão nuclear dentro de usinas e o desastre de Hiroshima e Nagasaki que envolveram o mesmo tipo de reação, porém, em bombas atômicas para instigar os alunos acerca do que seria estudado e ancorar o conhecimento nos assuntos que haviam sido vistos previamente. A partir disso, foram relacionados os conceitos das palavras com o termo nuclear, para ilustrar que esses efeitos ocorrem no núcleo do átomo, que é compacto, ou seja, apresenta uma densidade energética muito alta, e por isso tais reações liberam quantidades tão grandes de energia. Foram escritas na lousa reações que representam os dois processos para que a turma compreendesse como isso se apresenta na forma de equações químicas.

Também foram oportunizados debates a respeito de suas aplicações e diferenças na liberação de energia. Alguns alunos questionaram o papel de organizações internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU) na prevenção de conflitos internacionais e iniciou-se uma reflexão a respeito da importância de órgãos como esse na pacificação mundial. Em seguida, solicitou-se que, em duplas ou trios, eles respondessem às atividades propostas e a correção foi realizada na mesma aula. Os alunos conseguiram relacionar o tema com o estudado no componente curricular de História e Língua Portuguesa, através dos conflitos internacionais que ocasionaram a detonação das bombas nucleares em Hiroshima e Nagasaki. Tal conclusão pode ser tirada a partir dos questionamentos realizados acerca do papel das organizações na gestão de conflitos mundiais.

Na aula seguinte, foi apresentada a segunda situação-problema, um pouco mais complexa: “Em quanto tempo, após a liberação de um composto radioativo, uma região torna-se segura novamente?”. Em resposta, a turma disse acreditar que dependia de qual elemento radioativo havia sido liberado no local. Aproveitando essa reflexão, foi introduzido, de maneira expositiva e dialogada, o conceito de período de meia-vida, recorrendo a uma abordagem que

tornasse possível realizar a reconciliação integradora dos temas estudados até então. Para tal exposição, perguntou-se: “O que significa meia-vida?”. De início, os alunos hesitaram em responder e foram instigados novamente com a mesma pergunta. Alguns alunos responderam que era a “metade de uma vida”, outros “tempo para deixar de emitir radiação” e a partir dessas discussões o conceito lhes foi apresentado. Partindo-se desse conceito, optou-se por não utilizar fórmulas de resolução de problemas para esse tipo de exercício, logo, o professor utilizou o exemplo do Césio-137 que possui uma meia-vida de aproximadamente 30 anos para construir no quadro um gráfico de decaimento radioativo a partir de uma massa aleatória citada pelos alunos, que no caso foi de 40 gramas. Utilizou-se esse momento para mostrar aos alunos que todo gráfico de decaimento radioativo apresenta um comportamento de uma função exponencial decrescente e em seguida foram realizados os exemplos de forma dialogada para que eles conseguissem aplicar os conceitos discutidos. No próximo período de aula, divididos em grupos de dois ou três, realizaram as atividades propostas a partir da mediação do professor. As respostas foram socializadas com a turma e a intervenção do professor ocorreu sempre que necessário.

A atividade colaborativa final – construção do lapbook – não foi desenvolvida por falta de tempo. Os alunos foram avaliados a partir das discussões realizadas e das atividades concluídas. Ao final do processo, os estudantes avaliaram como muito positivo o trabalho e disseram ter gostado muito não só de compreender os conceitos químicos relacionados à radioatividade, mas também de se apropriarem do conhecimento histórico envolvido.

#### 4.2.2 A voz dos professores envolvidos

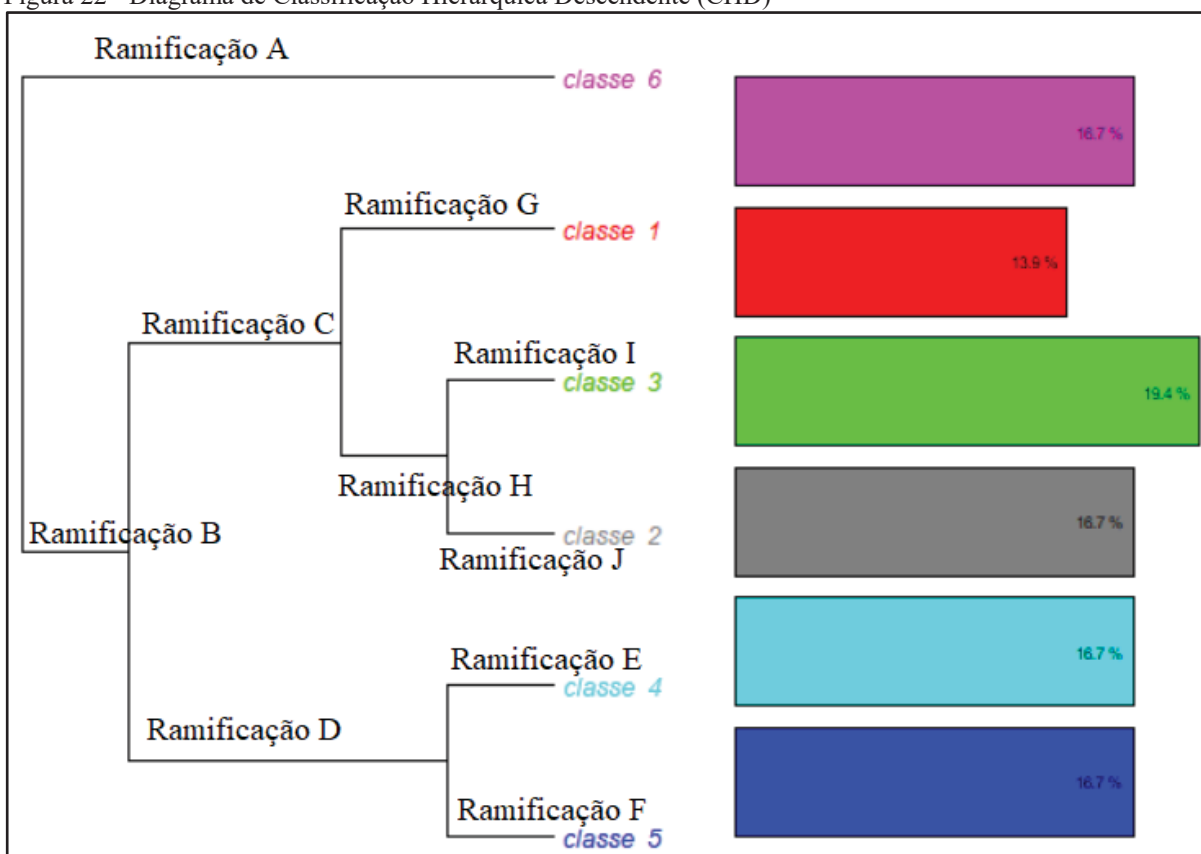
A fim de verificar o uso do produto educacional produzido e a aplicação da organização do conhecimento em um modelo interdisciplinar, os professores que conduziram as atividades em sala de aula foram ouvidos. Ao todo, quatro docentes foram entrevistados (dos componentes Português, Língua Inglesa, História e Biologia) a partir de um questionário semiestruturado (vide Apêndice E); o professor de Química que aplicou a organização do conhecimento não foi entrevistado, pois é o autor da pesquisa.

A análise dos dados foi realizada com o auxílio do software IRaMuTeC. O *corpus* geral foi constituído por quatro textos, separados em 47 segmentos de texto (ST), com aproveitamento de 36 STs (76,6%). Emergiram 1701 ocorrências (palavras, formas ou vocábulos), sendo 557 palavras distintas e 330 com uma única ocorrência. O conteúdo analisado foi categorizado em seis classes: Classe 1, com 5 STs (13,83%); Classe 2, com 6 STs (16,67%);

Classe 3, com 7 STs (19,44%); Classe 4, com 6 STs (16,67%); Classe 5, com 6 STs (16,67%) e Classe 6, com 6 STs (16,67%).

Vale ressaltar que essas seis classes se encontram divididas em duas ramificações (A e B), sendo que a ramificação B se divide em duas novas ramificações (C e D), a ramificação D se divide novamente em outras duas ramificações (E e F); a ramificação C se divide em duas novas ramificações (G e H) e a ramificação H, também em duas novas ramificações (I e J). O *subcorpus* formado pela ramificação A, “Atuação profissional”, composto pela Classe 6 (“Experiências em sala de aula”), refere-se às vivências dos profissionais entrevistados ao longo de sua carreira. O *subcorpus* formado pela ramificação B, “Percepção sobre o produto educacional e a interdisciplinaridade”, subdivide-se em um *subcorpus* C, “Produto educacional”, e em um *subcorpus* D, “O trabalho interdisciplinar”. O *subcorpus* D, por sua vez, é composto pela Classe 4 (“Benefícios do trabalho interdisciplinar”), e refere-se à visão dos professores frente às vantagens de se trabalhar de modo interdisciplinar. A Classe 5 (“Dificuldades no trabalho interdisciplinar”) trata das percepções dos educadores sobre as dificuldades de se trabalhar de modo interdisciplinar. O *subcorpus* C contém a Classe 1 (“Avaliação do produto educacional e metodologia utilizada”), refere-se à avaliação dos docentes frente à proposta apresentada de produto educacional e subdivide-se em um *subcorpus* H, “Percepção da reação dos alunos”, no qual estão contidas a Classe 3 (“Percepção da reação frente à temática do produto educacional e do comportamento dos alunos durante a aplicação”), que se refere às reações observadas nos alunos em relação à temática abordada pelo produto educacional, e a Classe 2 (“Percepção da interdisciplinaridade”), que se refere à capacidade dos alunos de perceber as conexões entre as temáticas propostas no produto educacional (Figura 22).

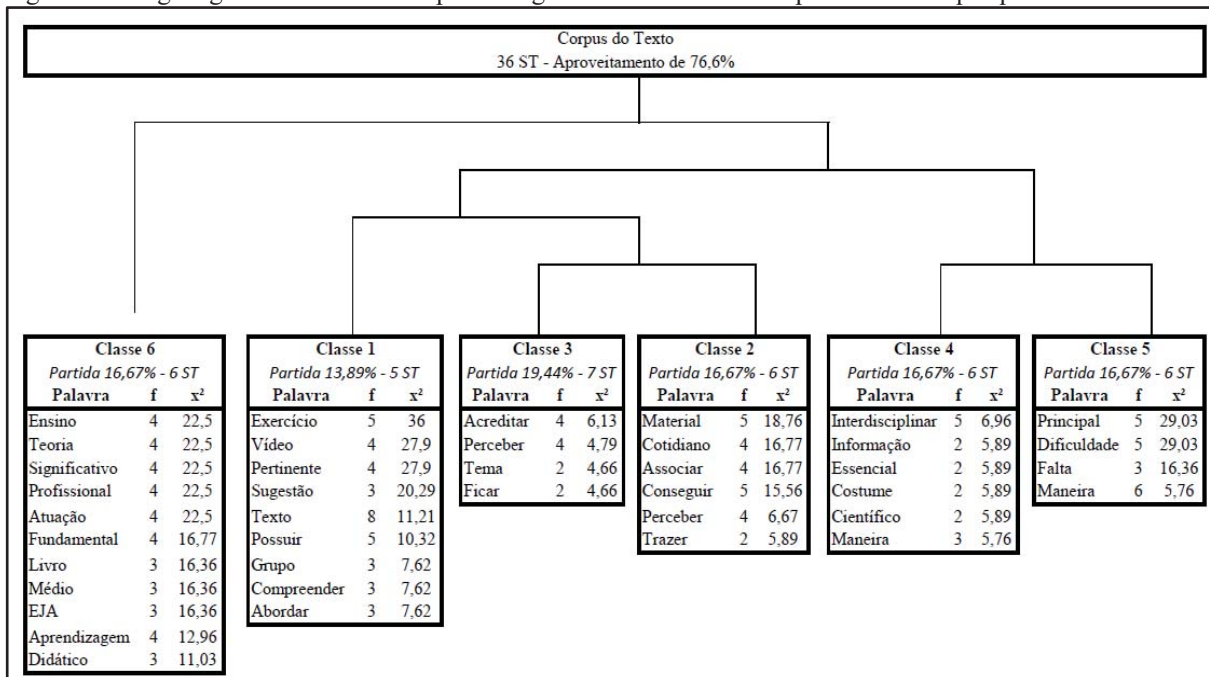
Figura 22 - Diagrama de Classificação Hierárquica Descendente (CHD)



Fonte: Autor (2023).

Para ampliar a visualização das classes, elaborou-se um organograma com a lista de palavras de cada classe geradas a partir de uma métrica estatística ( $\chi^2$ , qui-quadrado), a qual mede a força de associação da palavra com a classe. Na Figura 23, são apresentadas as palavras que emergiram em cada classe da Classificação Hierárquica Descendente (CHD). As palavras foram originadas dos ST, constituintes da própria fala dos professores (que são o *corpus* textual analisado).

Figura 23 - Organograma com a lista de palavras geradas de cada classe a partir do teste qui-quadrado



Fonte: Autor (2023).

Na CHD, observa-se que a *Classe 1 – Avaliação do produto educacional e metodologia utilizada* compreende 13,89% do texto ( $f = 5$  ST) do *corpus* total analisado. A classe é constituída por palavras com  $x^2$  entre 7,62 (abordar) e 36 (exercício). Na análise realizada, verificou-se que nessa classe se encontram as menções dos professores acerca do produto educacional, da qualidade do material produzido e da sua coerência. De acordo com os respondentes, o material apresentado mostra-se coeso e com exercícios pertinentes ao texto, além disso, os vídeos também foram adequados para potencializar o trabalho em sala de aula. Podemos observar tais evocações nos exemplos:

**Considero** que os **exercícios** foram muito **pertinentes** e que os alunos conseguiram **compreender** bem. Não **posso** **sugestão** de adequação ao **texto** e **atividades**. Acredito que tudo foi muito bem estruturado e que houve alternância no tipo de **atividade** (Professor 02).

Os **exercícios** foram muito bem elaborados e **pertinentes**. Não **posso** nenhuma **sugestão** de alteração ao **texto** ou aos **exercícios**. Tudo estava muito claro e era realmente essencial (Professor 03).

**Considero** que os **exercícios** foram **pertinentes** ao que estava sendo **abordado**. Os **textos**, **vídeos** e **exercícios** foram trabalhados juntos e em **grupo** (Professor 04).

Nota-se que na fala dos professores não encontramos o termo “interdisciplinar”, uma vez que a UEPS é interdisciplinar para o aluno, ou seja, o organizador prévio é estruturado de modo que o discente associe os componentes curriculares (disciplinares) e faça as relações dentro do tema estudado, promovendo então a conexão dos temas e a interdisciplinaridade.



Cada docente ministrou em sua aula a parte do organizador prévio referente ao seu componente curricular e ficou a cargo do professor de Química a coordenação da execução do trabalho. A divisão clara e objetiva do material amplia a adesão da equipe em utilizar o material, uma vez que cada professor está trabalhando diretamente dentro do seu campo de conhecimento e a interdisciplinaridade está sendo promovida quando os tópicos abordados em cada componente curricular começam a conversar entre si e o próprio estudante levanta informações de uma aula em outra.

A metodologia de trabalho utilizada foi a de mediação entre o professor e os educandos, organizando-os em grupos nos quais eles podiam interagir entre si para se auxiliarem. Segundo Cunha (2017), quando as atividades são realizadas em grupo e os alunos trabalham como monitores, eles se apropriam de uma linguagem própria, próxima da linguagem do professor, mas ao mesmo tempo com a liberdade de realizar adaptações que julguem necessárias. O mesmo processo ocorre com os alunos que estão aprendendo com os monitores, pois passam a se apropriar da linguagem apresentada pelos colegas e a conseguir resolver exercícios que antes não conseguiam sozinhos; tal ato pode levar à reconstrução e à transformação da atividade. No trecho transcrito a seguir, evidencia-se que o trabalho foi realizado de maneira colaborativa:

Ao trabalhar os **exercícios** pedi aos alunos que formassem **grupos** e fui mediando as dúvidas que iam surgindo, inclusive alguns **grupos** iam auxiliando os colegas durante a resolução das **atividades**. **Considero** que os **exercícios** foram **pertinentes** ao assunto **abordado** e que os **textos** e **vídeos** foram adequados (Professor 01).

Em um ambiente colaborativo, ao realizarem atividades, os alunos tornam-se agentes de promoção do conhecimento. Contudo, não devemos considerar que a presença de alunos monitores por si só é suficiente para abarcar o processo de desenvolvimento das atividades, também deve-se almejar que os alunos não monitores também se desenvolvam, de modo que a atividade possua sentido para todos. O aluno não monitor desenvolve um papel fundamental no processo de aprendizagem, uma vez que, ao observar e questionar o aluno monitor, o educando possibilita a reflexão deste e ambos se beneficiam do processo de ensino-aprendizagem. Nesse tipo de atividade ainda devemos levar em consideração que as discussões envolvem os alunos monitores e não monitores e o professor, de modo que todas as partes possam buscar soluções conjuntas para os problemas que venham a surgir.

A *Classe 2 – Percepção da interdisciplinaridade* compreende 16,67% do texto ( $f = 6$  ST) do *corpus* total analisado. A classe é constituída por palavras com  $x^2$  entre 5,89 (trazer) e 18,76 (material). A classe apresenta a percepção do professor frente ao desenvolvimento da



temática interdisciplinar apresentada na organização do conhecimento. A partir da análise, verifica-se que os alunos foram capazes de associar o material apresentado com acontecimentos do cotidiano e também entre as disciplinas, inclusive infere-se que os estudantes conseguiram captar a gravidade dos acidentes ocorridos e os impactos gerados na sociedade. Podemos observar tal fato na evocação:

Os alunos **conseguiram associar** o **material** trabalhado com o **cotidiano**, inclusive ao ponto de **perceber** a continuidade desse terror e o impacto do descobrimento da energia nuclear ainda é presente nos dias de hoje (Professor 04).

As considerações dos professores são reforçadas por Buss (2016), que afirma que o diálogo e a aproximação entre as áreas do conhecimento têm como objetivo mediar a aproximação da percepção do educando entre o conjunto e a totalidade dos assuntos discutidos, tornando-os capazes de discutir intelectualmente o sentido e a natureza de seus caminhos, escolhas, descobertas e as consequências destas. No trecho transcrito a seguir, pode-se notar que os alunos conseguiram relacionar fatos tratados em disciplinas distintas:

Acredito que os alunos **conseguiram associar** o **material** com seu **cotidiano**. Em alguns momentos eles citavam que em outras aulas haviam trabalhado assuntos similares. **Conseguiram trazer** referências do **cotidiano** para a aula (Professor 01).

Atualmente, o modo que o ensino se apresenta, fragmentado, diminui a percepção do todo pelo educando e a interdisciplinaridade contrasta com essa forma com que se tem construído o conhecimento, buscando, assim, uma mobilização de ações que visam a um interesse em comum a fim de promover uma mudança de atitude na formação do aluno como indivíduo integral (Buss, 2016). Nota-se também que além de relacionar os fatores entre as disciplinas os alunos conseguiram relacionar os fatos abordados em sala de aula com outras informações do cotidiano:

Os alunos **conseguiram associar** o **material** trabalhado com seu **cotidiano**, inclusive em algumas turmas, era possível **perceber** algumas informações que os alunos **traziam**, informações estas que as vezes até eu como professora não havia me atentado (Professor 03).

Tal percepção é importante no desenvolvimento da interdisciplinaridade e na construção do organizador prévio utilizado, uma vez que o objetivo da seção interdisciplinar proposta neste trabalho é de funcionar como um facilitador da aprendizagem, enfatizando fatos que os alunos conhecem ou que deveriam conhecer e construindo as relações entre esses eventos para que a

turma seja capaz de discutir e de se apropriar do conhecimento que será abordado na parte técnica que se seguirá. Segundo Carlos (1995), podemos notar a interdisciplinaridade quando é possível perceber um diálogo entre diferentes disciplinas, partindo-se de uma disciplina específica, em um contexto em que se encontra um problema comum a todas elas. Nesse sentido, os alunos partem de uma situação comum a todas as disciplinas, que é a temática radioatividade, e percebem relações entre os trabalhos elencados nos diferentes componentes curriculares; o que, segundo Carlos (1995), evidencia a interdisciplinaridade. O autor ainda chama a atenção para os perigos de se perseguir a interdisciplinaridade de maneira obsessiva simplesmente por força das leis e/ou diretrizes educacionais, pois essa relação precisa surgir de um movimento articulado e voluntário, orientada por interesses comuns.

*A Classe 3 – Percepção frente à temática do produto educacional e do comportamento dos alunos durante a aplicação* compreende 19,44% do texto ( $f = 7$  ST) do *corpus* total analisado. A classe é constituída por palavras com  $\chi^2$  entre 4,66 (ficar) e 6,13 (acreditar). Na análise realizada, a classe apresenta a visão que os docentes possuíram da participação dos alunos durante a aplicação da organização do conhecimento. Também apresenta como assimilaram a temática do produto e como reagiram a partir do trabalho interdisciplinar. Nota-se, na transcrição a seguir, que os discentes foram capazes de relacionar os conteúdos das diferentes áreas, contudo, um ponto levantado pelo professor entrevistado é que este tipo de trabalho deveria ser realizado sempre nas unidades escolares para que promovam uma maior interação entre os estudantes.

Os docentes perceberam que os alunos foram capazes de identificar a gravidade dos acidentes e associá-los à época em que ocorreram, ampliando sua empatia acerca das tragédias discutidas. Tais evocações se evidenciam nos exemplos:

[...] eles também começaram a identificar os próprios erros e **acredito** que a interdisciplinaridade auxiliou, inclusive, no aprimoramento da competência leitora. **Fiquei** imaginando que se isto fosse trabalhado em todas as séries seria um processo mais natural para o **aluno**. **Percebi** que após a correção das atividades eles foram **percebendo** a ligação entre os conteúdos **acredito** que seria importante encaixar este tipo de trabalho em outras temáticas para outras séries. **Acredito** que se o trabalho já estivesse sendo realizado anteriormente os **alunos** estariam mais a vontade em se comunicar; ao final **percebi** que eles conseguiram notar que os **temas** se interligavam mas com uma roupagem diferente (Professor 02).

A fala do professor vai ao encontro da afirmação de Pombo (2005), que pondera que estamos vivendo uma transição pedagógica para a interdisciplinaridade quanto didática de ensino. A autora enfatiza que:

Só há interdisciplinaridade se somos capazes de partilhar o nosso pequeno domínio do saber, se temos a coragem necessária para abandonar o conforto da nossa linguagem técnica e para nos aventurarmos num domínio que é de todos e de que ninguém é proprietário exclusivo (Pombo, 2005, p. 16).

Nessa mesma direção, Fazenda (2007) afirma que, para realizar um trabalho interdisciplinar, o professor necessita abdicar da zona de conforto apresentada por sua disciplina e assumir um processo de construção do saber, articulando o trabalho e dialogando entre as ideias, conceitos e teorias.

É possível identificar no discurso dos professores entrevistados que os benefícios de tal prática são visíveis nas atitudes e discussões levantadas pelos estudantes:

[...] além disso pude notar que os alunos **perceberam** a amplitude do **tema** e a gravidade do mesmos a partir dos questionamentos que eram trazidos. A metodologia utilizada para trabalhar o texto foi através de leitura e discussões; muitos **alunos ficaram** surpresos com a interpretação do poema e **ficaram** muito interessados em ler e discutir o que estava implícito foi algo bem satisfatório **acredito** que o trabalho do poema foi potencializado pelo trabalho interdisciplinar (Professor 03).

Além disso, nota-se, através do discurso, que o método de ensino de maneira conectada, contextualizada e que traz relações entre os diferentes componentes curriculares se destacou na visão dos docentes, estabelecendo-se, assim, um contraste com a metodologia tradicional de ensino, na qual cada professor discute apenas os tópicos relacionados com a sua disciplina.

Esse modelo interdisciplinar apresentou grande diferença em relação ao modelo tradicional quando se trata do interesse dos estudantes e de aprofundamento do pensamento científico. Ele cria um pensamento dos **alunos** não só de se interessar mais como também de compreender a necessidade de **perceber** o mundo interconectado (Professor 04).

A fala do professor vai ao encontro do que afirma Buss (2016, p. 76):

[...] cabe ao professor escolher redesenhar seus projetos e adentrar numa nova situação que tem como base teórica a fuga do conhecimento especializado e o rompimento das fronteiras estanques das disciplinas ou manter-se no curso tradicional, recusando todas as discussões e contextos interdisciplinares apostando que tudo isso não passa de um modismo passageiro, correndo o risco de ficar alheio à realidade.

A partir do que foi discutido até aqui, nota-se a importância do trabalho interdisciplinar não apenas como método de ampliação do conhecimento, mas como forma de se manter atualizado e conectado com o mundo globalizado.

A *Classe 4 – Benefícios do trabalho interdisciplinar* compreende 16,67% do texto ( $f = 6$  ST) do *corpus* total analisado. A classe é constituída por palavras com  $x^2$  entre 5,76 (maneira) e 6,96 (interdisciplinar). Nessa classe, compreendemos relatos acerca do trabalho interdisciplinar e dos benefícios que esse trabalho apresenta na visão dos docentes que aplicaram o produto educacional. Para os docentes, o principal benefício foi a formação integral do estudante, possibilitando a discussão de informações do cotidiano e a relação dos saberes com a realidade social em que ele está inserido. Podemos observar isso nos exemplos:

[...] considero o trabalho **interdisciplinar** muito importante, pois acredito que há uma grande oportunidade de relacionar os **assuntos** com outras áreas. Essa integralização entre as áreas, eu considero fundamental na aprendizagem, porque oportuniza outras **informações** [...] (Professor 03).

[...] vejo como uma **maneira** correta, **científica** e **essencial** no trabalho escolar de abordar **informação** e combater fake News [...] considero o trabalho **interdisciplinar essencial**, porque sem ele a gente não tem a formação real de aprendizagem, porque o mundo real funciona assim, então ele dialoga com a realidade (Professor 04).

Para tanto, o modelo interdisciplinar é um contexto amplo em um campo de estudos e em termos educacionais. Isso implica articular ações que possuam interesses compartilhados para, então, promover a formação integral do aluno (Buss, 2016).

A *Classe 5 – Dificuldades no trabalho interdisciplinar* compreende 16,67% do texto ( $f = 6$  ST) do *corpus* total analisado. A classe é constituída por palavras com  $x^2$  entre 2,28 (realizar) e 29,03 (principal). Nessa classe, encontramos relatos sobre as principais dificuldades encontradas ao se realizar um trabalho interdisciplinar. Dentro dos principais fatores elencados pelos entrevistados encontramos o tempo para planejamento pedagógico que muitas vezes é escasso e a falta de formação docente e da equipe gestora para com os trabalhos interdisciplinares. Podemos observar isso nas evocações que se segue:

[...] acredito que a **principal dificuldade** para **realizar** o trabalho **interdisciplinar** está em separar um tempo para conversar com os demais professores, em outras épocas havia um momento a cada quinze dias destinado a **realizar** este trabalho **interdisciplinar** [...] (Professor 01).

[...] a **principal dificuldade** de se trabalhar de maneira interdisciplinar é a **falta** de tempo para o planejamento conjunto (Professor 02).

Observa-se na fala dos Professores 01 e 02 que a falta de tempo em conjunto para se planejar as ações interdisciplinares na escola é um fator que corrobora com a dificuldade de se implementar propostas em conjunto com outros colegas. Já de acordo com o Professor 03, o trabalho interdisciplinar é difícil de ser implementado pela falta de formação pedagógica do corpo docente e, principalmente, da equipe gestora da unidade educacional. Além disso, o entrevistado pontua que os espaços físicos disponíveis para execução de atividades interdisciplinares é escasso e prejudica o planejamento dessas atividades.

[...] a **principal dificuldade** de se trabalhar de **maneira interdisciplinar** é a real **falta** de formação pedagógica e atualização pedagógica do corpo docente em geral e principalmente da parte gestora [...] também vejo uma **dificuldade** extrema na questão da execução e da **falta** de insumos e no sentido, não de materiais físicos, mas sim de estrutura física para execução de atividades que deveriam ser possíveis em ambientes escolares [...] (Professor 04).

A formação continuada de professores é fator primordial para que haja modificações significativas em suas práticas educativas. Entende-se que essa formação é exitosa quando se constroem novas relações com o conhecimento, passando assim a apropriar-se do cotidiano como seu dia a dia de trabalho. Levando esses fatores em consideração, é importante destacar que para que um processo formativo seja eficiente, nesse contexto, é necessário que se busquem soluções para problemas que satisfaçam necessidades assumidas como comuns pela comunidade escolar (Maturano; Tamarisa; Alves, 2009). Tais modificações só serão exitosas quando as políticas públicas estiverem voltadas para a aprendizagem significativa dos estudantes e não meramente para atingir índices que avaliam a educação. Atualmente, a educação mercantil tem distanciado os reais objetivos de aprendizagem e a comunidade escolar tem sido cobrada por resultados em indicadores de qualidade da educação que muitas vezes não refletem a real aprendizagem e formação integral do estudante.

As formações estão cada vez mais escassas e quando ocorrem têm objetivos muito claros para cumprir metas de índices que avaliam o desempenho dos alunos de maneira técnica e em habilidades que pouco contribuem para o pensamento crítico e reflexivo. Trabalhar em uma perspectiva interdisciplinar nesse modelo que visa preparar o estudante para o mercado é um desafio, uma vez que a interdisciplinaridade pressupõe autonomia docente para desenvolver integralmente o estudante; além disso, tal proposta demanda tempo de aula e planejamento, que é escasso nos dias atuais pelos extensos currículos apresentados pelas redes de ensino.

A *Classe 6 – Atuação profissional* compreende 16,67% do texto ( $f = 6$  ST) do *corpus* total analisado. A classe é constituída por palavras com  $x^2$  entre 2,28 (possuir) e 22,5 (ensino).

Nessa classe, encontramos relatos sobre a atuação profissional dos professores envolvidos na organização do conhecimento do produto educacional aplicado. Podemos observar esses relatos nos trechos:

[...] trabalhei com **ensino fundamental, ensino médio e EJA** (Professor 01).  
 [...] trabalhei no **ensino fundamental** e **posso** uma pequena experiência na **EJA** (Professor 02).  
 [...] trabalhei no **ensino fundamental** e **posso** uma pequena experiência na **EJA** (Professor 03).  
 [...] transitei entre as redes de **ensino** pública e privada e também **trabalhei** no **ensino médio, ensino fundamental, EJA** e cursinho (Professor 04).

A partir dos trechos transcritos, percebe-se que a experiência profissional dos docentes envolvidos no processo de organização do conhecimento transita entre os níveis de Ensino Médio e fundamental, na modalidade regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A partir da análise das classes, podemos observar que o material possui uma estrutura adequada e que funciona como mediador da aprendizagem, trazendo para a aula discussões que são relevantes para os estudantes e ampliando seus horizontes através de debates e discussões. Os exercícios apresentados no material também foram capazes de fomentar discussões e manter o aluno ativo durante o processo de ensino-aprendizagem.

Nota-se que a abordagem de modo interdisciplinar, interligando os componentes curriculares, proporcionou mais engajamento aos alunos e os motivou no processo de aprendizagem. Além disso, observa-se satisfação nas evocações dos profissionais entrevistados ao observar os resultados apresentados pelas turmas e poderá possibilidade de discutir questões que antes não eram abarcadas em seus componentes curriculares específicos.

A partir de tais observações, conclui-se que o trabalho interdisciplinar como forma de organizar os subsunçores dos alunos, quando utilizado adequadamente, com planejamento e com participação ativa da equipe gestora, de professores e alunos, apresenta resultados que podem, a longo prazo, culminar na mudança de postura e de atitude dos alunos que participaram da aplicação do material.

#### 4.3 Ajustes realizados no produto educacional a partir do estudo de viabilidade

O produto educacional desenvolvido foi aplicado em um estudo de viabilidade e, a partir de então, foram realizadas alterações que melhoraram o texto, aprimoraram as atividades e ainda corrigiram erros existentes. Nesta seção, são elencadas as modificações sofridas pelo

produto educacional após o estudo de viabilidade. Tais modificações são fruto de discussões realizadas entre o autor e os professores envolvidos na aplicação do produto educacional, a fim de torná-lo mais eficiente, potencializando a aprendizagem dos alunos e facilitando o trabalho docente.

Na página 19, há uma seção de atividades denominada “Aprofundando seus conhecimentos”, na qual foram acrescentadas instruções sobre a seção, como ela foi pensada, além de sugestões de como trabalhar tais atividades no material do professor. Tal item relaciona o conteúdo trabalhado em Língua Portuguesa – Literatura com os conteúdos trabalhados em História, logo, as instruções sobre o trabalho interdisciplinar fizeram-se necessárias para facilitar o entendimento dos docentes durante a aplicação do material.

O texto “Efeitos da radioatividade no organismo humano” contido na página 23 e o texto “Lixo Radioativo” contido na página 24 foram reelaborados, assim como as orientações apresentadas no material do professor. Também foi acrescentado um vídeo em cada seção para ilustrar o conteúdo abordado e potencializar a aprendizagem.

Foi acrescentada a questão número 11 na página 40 para suprir uma lacuna presente na diagramação do produto e preservar a estética do material. Na ocasião, optou-se por um exercício bem-humorado, no formato de charge e que rege reflexão acerca da conversão de matéria e energia e vice-versa.

Ao final do material do professor, foi diagramada uma nova seção denominada “Questões Analíticas”, na qual foram reunidas questões discursivas dos diversos temas abordados durante a UEPS. Tal seção foi acrescentada como material de apoio, que o docente pode utilizar para reforçar determinado tópico em um momento definido por ele e de acordo com as particularidades da turma e/ou pode ser utilizada ao final da aplicação da UEPS como uma reconciliação integradora de todos os conhecimentos trabalhados até então.

## 5 A PESQUISA

Nesta seção, serão apresentados a natureza da pesquisa, os instrumentos de coleta e a produção de dados, além dos participantes e do lócus da pesquisa.

### 5.1 Natureza da pesquisa e os instrumentos para produção dos dados

Este estudo apresenta uma perspectiva de pesquisa qualitativa, cujo foco principal é o contexto em que os sujeitos participantes estão inseridos. De acordo com Minayo, Deslandes e Gomes (2012), o trabalho qualitativo é caracterizado por utilizar o universo dos significados, das aspirações, dos motivos, das crenças, dos valores e das atividades. Nesse tipo de pesquisa, o ser humano é entendido como parte da realidade social em que está inserido; devido sua forma de pensar, agir e interpretar suas ações a partir do contexto no qual está inserido. Conforme Flick (2009, p. 8), “as experiências de indivíduos e grupos podem ser tratadas analisando-se conhecimentos, relatos e histórias do dia a dia”. A partir disso, é importante destacar que o:

[...] investigador pode, pois, devotar-se à investigação de alma e coração. De igual modo, os investigadores procedem com rigor no que diz respeito ao registo detalhado daquilo que descobrem. Conservam os seus dados. Os professores também têm registos, mas estes são muito menos detalhados e de tipos diferentes. Além do mais, os investigadores não têm tanto interesse pessoal nas observações que fazem e nos resultados que obtêm (Bogdan; Biklen, 1994, p. 64).

Nesse sentido, a investigação qualitativa faz o uso do diário de bordo como um de seus instrumentos de transcrição de dados, sendo esses registros realizados pelo pesquisador de extrema importância para a investigação científica qualitativa. Segundo Flick (2009, p. 9), a pesquisa qualitativa faz o uso “desde notas de campo e transcrições até descrições e interpretações, e, finalmente, à interpretação dos resultados e da pesquisa como um todo”.

De acordo com Zabalza (2004, p. 10):

[...] escrever sobre o que estamos fazendo como profissional (em aula ou em outros contextos) é um procedimento excelente para nos conscientizarmos de nossos padrões de trabalho. É uma forma de “distanciamento” reflexivo que nos permite ver em perspectiva nosso modo particular de atuar. É, além disso, uma forma de aprender.

Para Minayo (201, p. 295), apesar de o diário de bordo não ser um objeto de coleta de dados a partir de entrevistas, é nele em que:

[...] devem ser escritas impressões pessoais que vão se modificando com o tempo, resultados de conversas informais, observações de comportamentos contraditórios



com as falas, manifestações dos interlocutores quanto aos vários pontos investigados, dentre outros aspectos. [...] É exatamente esse acervo de impressões e notas sobre as diferenciações entre falas, comportamentos e relações que podem tornar mais verdadeira a pesquisa.

Além desse instrumento, são apresentados e discutidos os resultados obtidos por meio da aplicação de questionários pré e pós-intervenção. O questionário semiestruturado pré e pós teste é um instrumento que garante que a mesma pergunta seja feita da mesma forma a todas as pessoas participantes da pesquisa e tem como objetivo buscar “o conhecimento das opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e situações vivenciadas” (Gil, 1999, p. 128).

A pesquisa desenvolvida caracteriza-se como qualitativa participante, e a análise dos dados é realizada à luz da análise textual discursiva com o auxílio do software IRaMuTeC. São instrumentos, nesse processo, o diário de bordo do professor pesquisador utilizado durante o curso de formação de professores, entrevistas com os participantes do curso e questionários aplicados durante o desenvolvimento dos módulos do curso.

## **5.2 Participantes do estudo e lócus da prática**

O curso de formação de professores foi realizado com professores da Rede Estadual de Goiás, nas dependências do Colégio Estadual “Manoel Ayres”, aos sábados pela manhã, durante o mês de outubro do ano de 2023. A autorização para a realização da pesquisa encontra-se no Anexo B.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

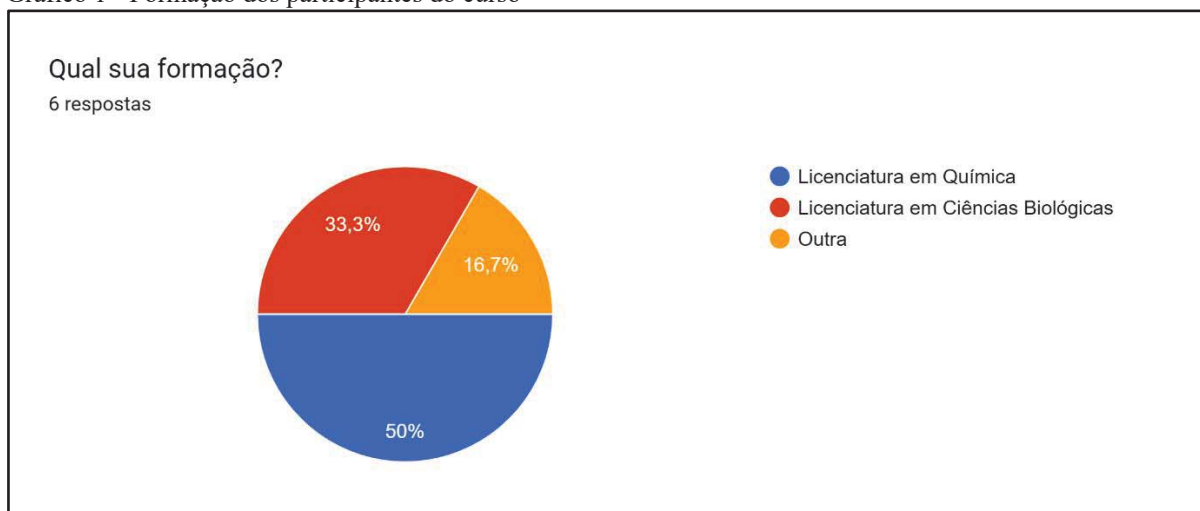
Esta seção destina-se à narrativa acerca da aplicação do curso de formação de professores, dos desafios de sua implementação e das discussões decorrentes dos momentos de formação. Participaram do curso seis professores da Rede Estadual de Educação do Estado de Goiás. Desses, três docentes estavam – na época do curso – ministrando a disciplina de Química para turmas de 3ª Série do Ensino Médio e puderam aplicar o material desenvolvido considerando a realidade vivenciada em seu cotidiano escolar.

### 6.1 Do perfil dos participantes do curso

O perfil dos participantes do curso foi elaborado a partir de um questionário pré-curso, com o objetivo de mapear a formação de cada um desses sujeitos e de identificar previamente seu grau de conhecimento acerca da TAS, da UEPS e do trabalho interdisciplinar.

Dos seis participantes, 50% (3) possuíam Licenciatura em Química; 33,3% (2) Licenciatura em Ciências Biológicas e 16,7% (1) outras graduações, tal como apresentado no Gráfico 1:

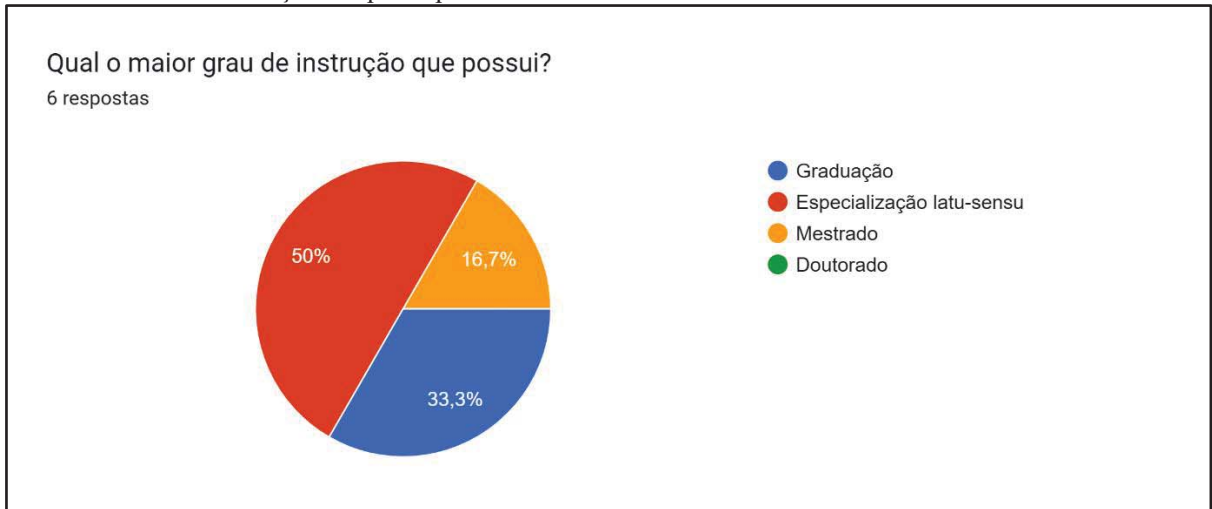
Gráfico 1 - Formação dos participantes do curso



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Ao questioná-los acerca do último grau de instrução cursado, observou-se que 50% (3) possuem especialização *latu-sensu*, 33,3%, (2) graduação, e 16,7% (1), mestrado, tal como evidenciado no Gráfico 2:

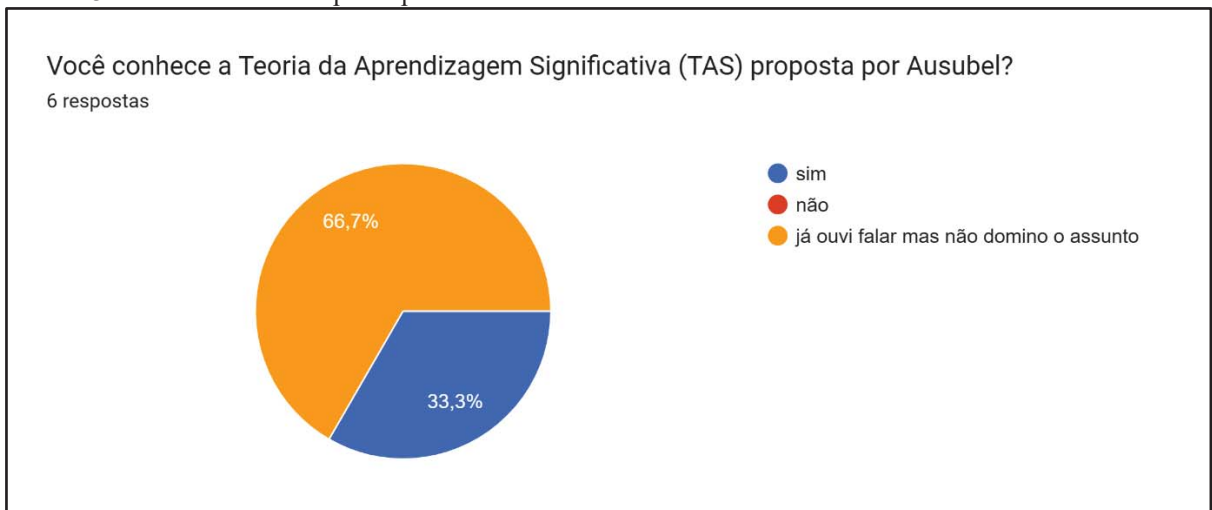
Gráfico 2 - Grau de instrução dos participantes do curso



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Dos participantes do curso, 66,7% (4) já ouviram falar sobre a TAS, porém, não dominam o assunto, e 33,3% (2) conhecem a teoria, de acordo com o Gráfico 3:

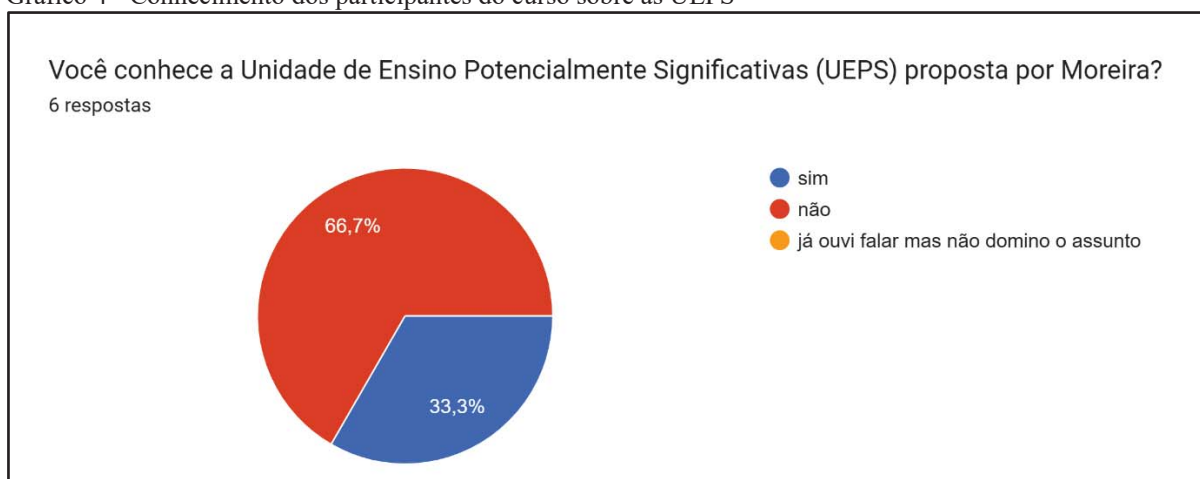
Gráfico 3 - Conhecimento dos participantes do curso sobre a TAS



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Apesar de todos os participantes do curso já possuírem alguma informação acerca da TAS, observa-se que, em sua maior parte, 66,7% (4) não conhecem as UEPS propostas por Moreira, e 33,3% (2) conhecem, de acordo com o Gráfico 4:

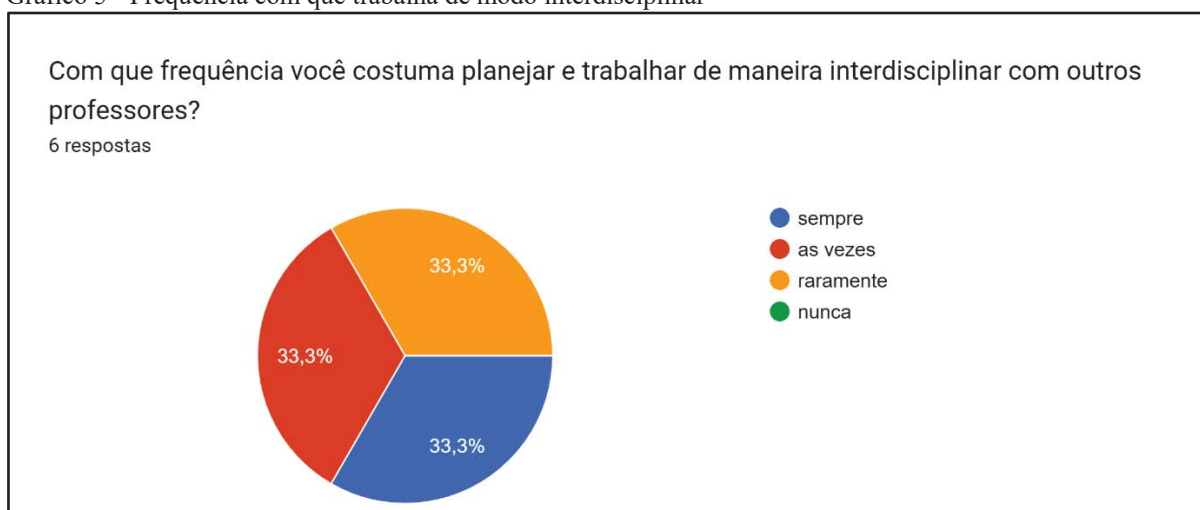
Gráfico 4 - Conhecimento dos participantes do curso sobre as UEPS



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Quando questionados sobre a diferença entre competência e habilidade, de acordo com a BNCC, 100% dos participantes afirmam dominar o assunto. Já quando questionados sobre a importância da interdisciplinaridade, 83,3% (5) consideram o trabalho interdisciplinar importante e 17,7% (1) considera importante às vezes. No Gráfico 5, pode-se observar a frequência com que os participantes afirmam trabalhar de forma interdisciplinar:

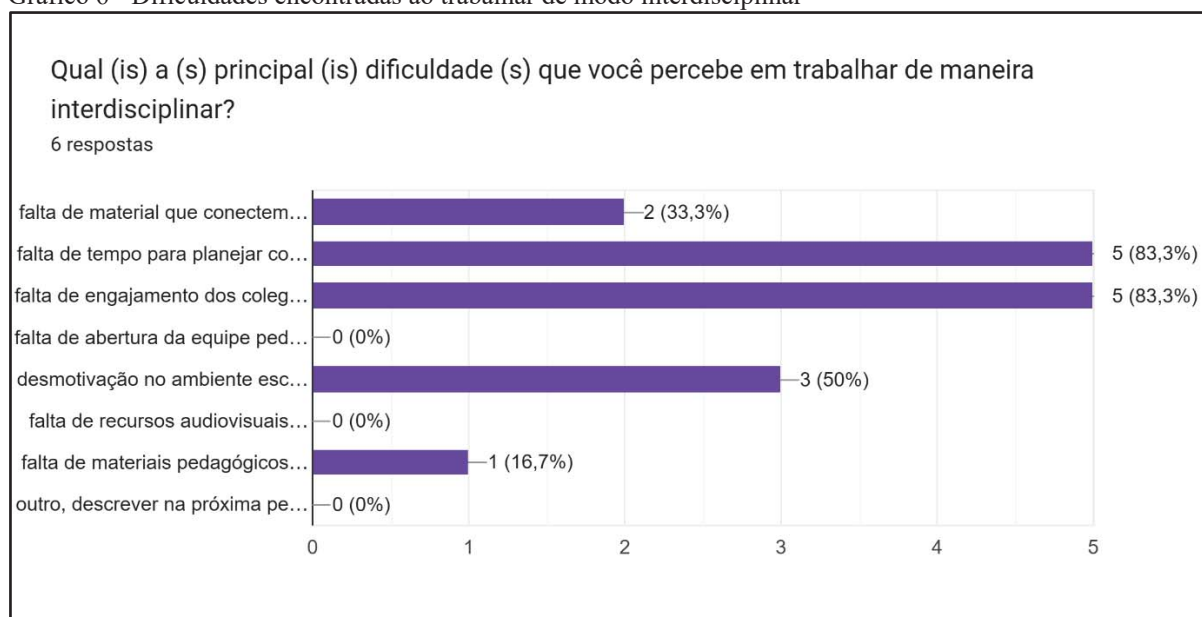
Gráfico 5 - Frequência com que trabalha de modo interdisciplinar



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

De acordo com os participantes, 33,3% (2) trabalha de modo interdisciplinar sempre, 33,3% (2) trabalha de modo interdisciplinar às vezes e 33,3% (2) trabalha de modo interdisciplinar raramente. A partir dessa informação, foram questionados acerca das dificuldades encontradas no trabalho interdisciplinar. A sistematização das respostas é apresentada no Gráfico 6:

Gráfico 6 - Dificuldades encontradas ao trabalhar de modo interdisciplinar



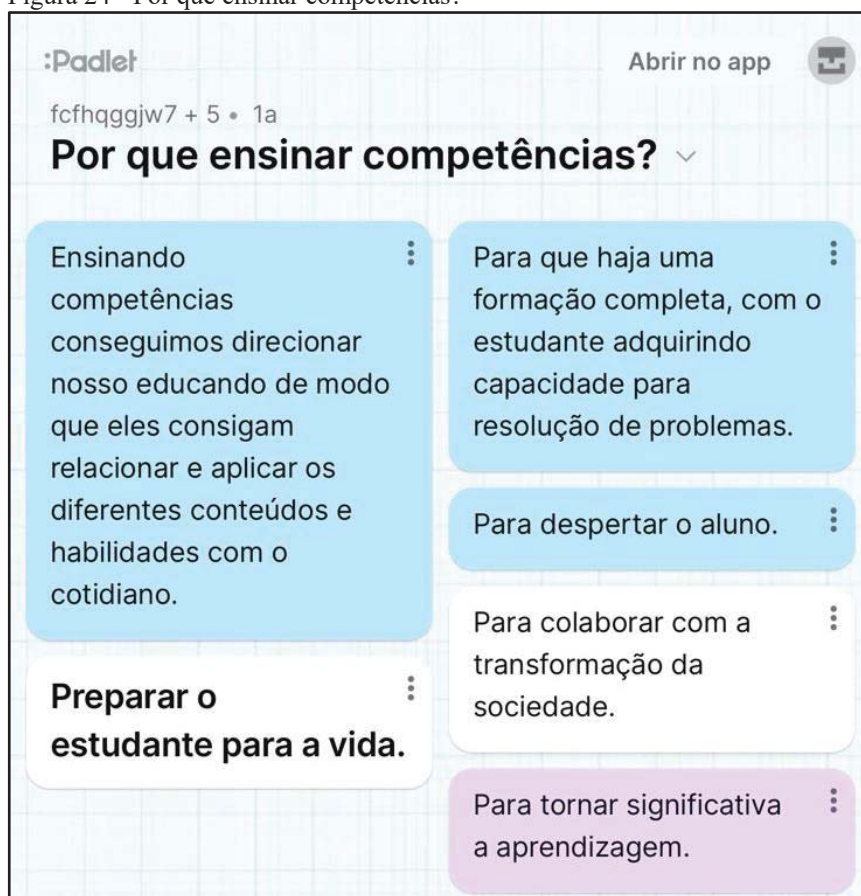
Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Para 83,3% (5) dos respondentes, a principal dificuldade quando o assunto é o trabalho interdisciplinar é marcada pela falta de tempo para planejar as atividades em conjunto com os demais colegas; para a mesma porcentagem de participantes, a falta de engajamento dos colegas de trabalho é outro fator que dificulta o processo de trabalho interdisciplinar. A falta de motivação no ambiente escolar é um fator elencado por 50% (3) dos participantes, enquanto a falta de materiais que conectam os componentes curriculares foi citada por 33,3% (2) dos docentes; já a falta de materiais pedagógicos solicitados foi citada por um respondente, ou seja, 16,7%.

## 6.2 Relato de aplicação: os módulos do curso

Os módulos do curso foram realizados no período da manhã, em encontros com duração de 3 horas/aula. Cada encontro iniciou-se com uma socialização e um café da manhã para recepção dos cursistas. Na primeira data, foram abordadas as temáticas ensino por competências, importância da BNCC e ensino de radioatividade na Educação Básica. Como atividade inicial, foi apresentado um vídeo motivacional sobre a importância do professor na vida das pessoas e na construção de uma sociedade melhor. Em seguida, os cursistas foram questionados sobre “Por que ensinar competências?”, as respostas foram registradas no Padlet e podem ser observadas na Figura 24:

Figura 24 - Por que ensinar competências?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

As respostas permitem a observação de que os cursistas acreditam que o ensino por competências torna a aprendizagem significativa, preparando o estudante para a vida e ampliando sua capacidade de relacionar e aplicar os conteúdos com o seu cotidiano, o que implica a aquisição da capacidade para resolver problemas e contribuir com a transformação da sociedade em que vivemos.

A partir da discussão gerada com a atividade desenvolvida no Padlet, foi apresentado aos cursistas um vídeo que aborda a importância do conhecimento e propõe uma reflexão sobre como ele é uma fonte de poder, sendo utilizado desde os primórdios da sociedade. Após a exibição do vídeo, iniciou-se uma discussão sobre a importância do ensino por competências e sobre como de fato podemos trabalhar para desenvolver competências nos nossos estudantes.

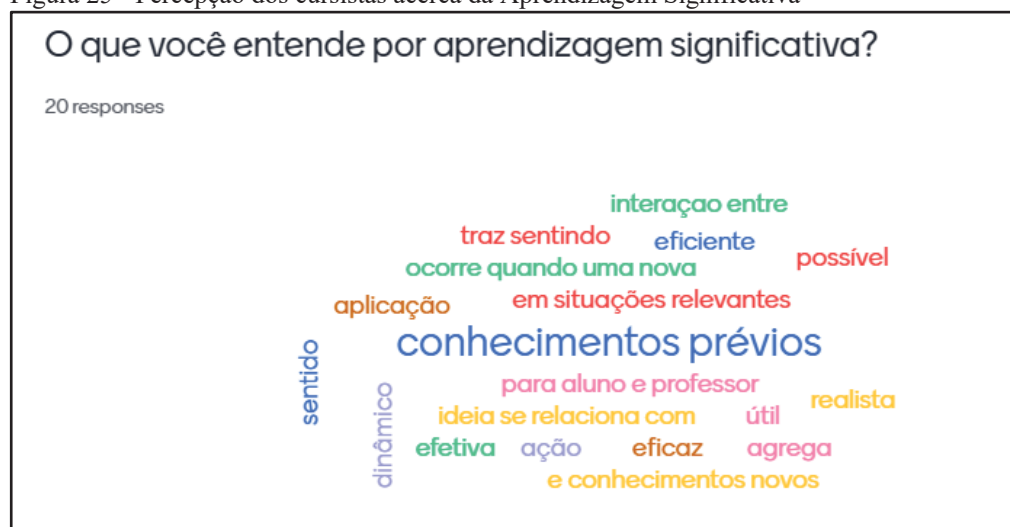
Foram apresentadas as justificativas acerca do tempo, relacionando a importância de ensinar competências em uma sociedade que tem evoluído cada vez mais rápido, em um processo dinâmico de transformação e que exige habilidades cada vez mais complexas. Refletiu-se, nesse sentido, que a sociedade acaba por demandar dos indivíduos um conjunto de habilidades de determinada área – ou mesmo de determinadas áreas – que os torne competente

para determinada tarefa. Realizou-se uma reflexão sobre a importância das competências para a formação de um cidadão consciente e capaz de transformar a realidade em que vivemos.

Em seguida, foram apresentados os quatro pilares do ensino por competências: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver com os outros e aprender a ser. Apresentou-se, além disso, a definição de competência presente no dicionário, para o âmbito educacional e para várias organizações e/ou teóricos da área. A partir disso, delimitou-se um contraponto acerca das diferenças entre competência e habilidade, e, em seguida, foi iniciada a discussão sobre o ensino de radioatividade na Educação Básica de acordo com os PCNs e com a BNCC.

O segundo encontro foi pautado pelo debate sobre a TAS e sobre a estrutura de uma UEPs, a fim de propiciar que os cursistas se apropriassem dessa teoria e desse recurso didático para atingir uma AS. O encontro iniciou-se com a reflexão sobre o que compreendiam por Aprendizagem Significativa. Suas respostas a esse questionamento foram registradas no site Mentimeter, o que resultou na construção de uma nuvem de palavras (Figura 25):

Figura 25 - Percepção dos cursistas acerca da Aprendizagem Significativa



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Na nuvem, observa-se que a expressão mais citada pelos cursistas quando questionados sobre a Aprendizagem Significativa é “conhecimentos prévios”, além disso, nota-se que esses docentes consideram a TAS como uma teoria dinâmica, eficaz, útil, realista e possível de ser executada. Compreendem, além disso, que se trata de uma teoria que relaciona conhecimentos novos com conhecimentos prévios e com situações relevantes para o educando. A partir dessa sondagem inicial, conclui-se que os cursistas possuem algum conhecimento acerca do tema, confirmando as respostas obtidas no questionário de sondagem.

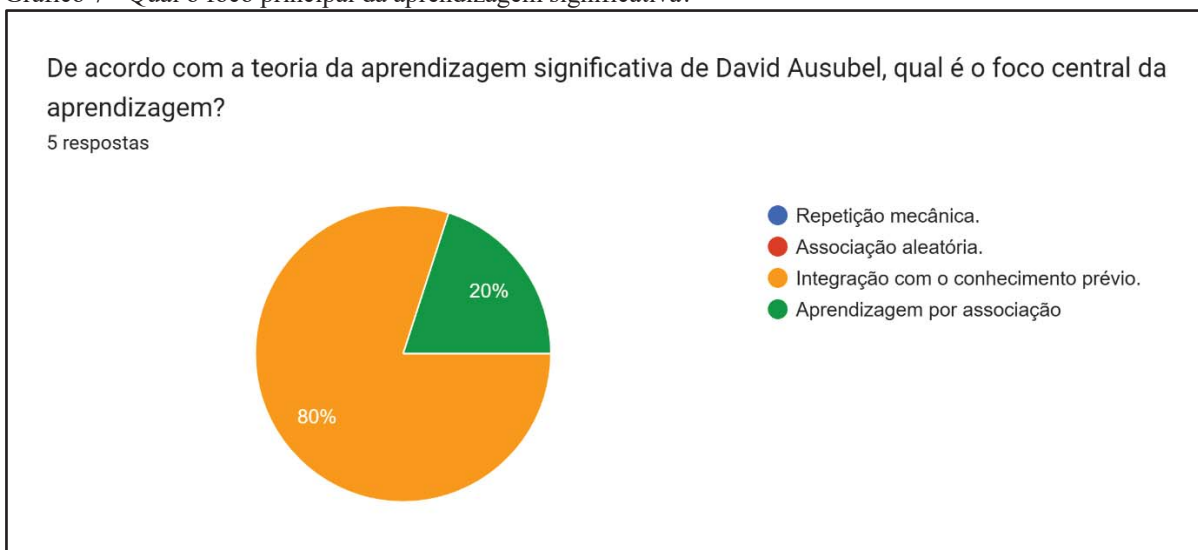


Após esse momento de mapeamento de conhecimentos prévios para identificação dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos cursistas, foi realizado um debate acerca dos principais tópicos que sustentam a TAS e as UEPS. Inicialmente, utilizou-se exposição dialogada para definir conceitualmente alguns termos necessários para discussão e fundamentação da TAS, tais como: subsunçores, não literal, não arbitrário, estrutura cognitiva, aprendizagem mecânica, etc. Após esse primeiro momento de discussões acerca de conceitos importantes para assimilação dos temas que seriam abordados posteriormente, foi iniciada uma discussão sobre as condições necessárias para a ocorrência da AS e sobre os organizadores prévios.

Durante as discussões, foi apresentado um vídeo sobre a TAS e sobre como podemos utilizar a construção de uma Mapa Conceitual como método avaliativo de aprendizagem, dentro da perspectiva dessa teoria. Em diversos momentos, os cursistas interagiram e mostraram-se surpresos por não conhecer a fundo a teoria de Ausubel, mesmo utilizando alguns de seus princípios em sala de aula. Além disso, em diversos momentos, os professores utilizaram o encontro para socializar desabafos e angústias concernentes ao processo de ensino-aprendizagem. Em todos esses momentos, os cursistas foram ouvidos, houve colaboração mútua e discussões reflexivas que culminavam em uma análise sobre a aprendizagem dos estudantes. Ao final do encontro, fomentou-se uma discussão sobre o papel do professor em sala de aula e aplicou-se um questionário pós-encontro para identificar se os principais tópicos abordados foram assimilados pelos cursistas. Um cursista faltou a este encontro, portanto, há apenas cinco respostas para cada pergunta.

De acordo com a TAS, o foco central da aprendizagem é a integração do conhecimento adquirido com o conhecimento prévio dos alunos; tal fato foi assimilado por 80% (4) dos cursistas, de acordo com o sistematizado no Gráfico 7:

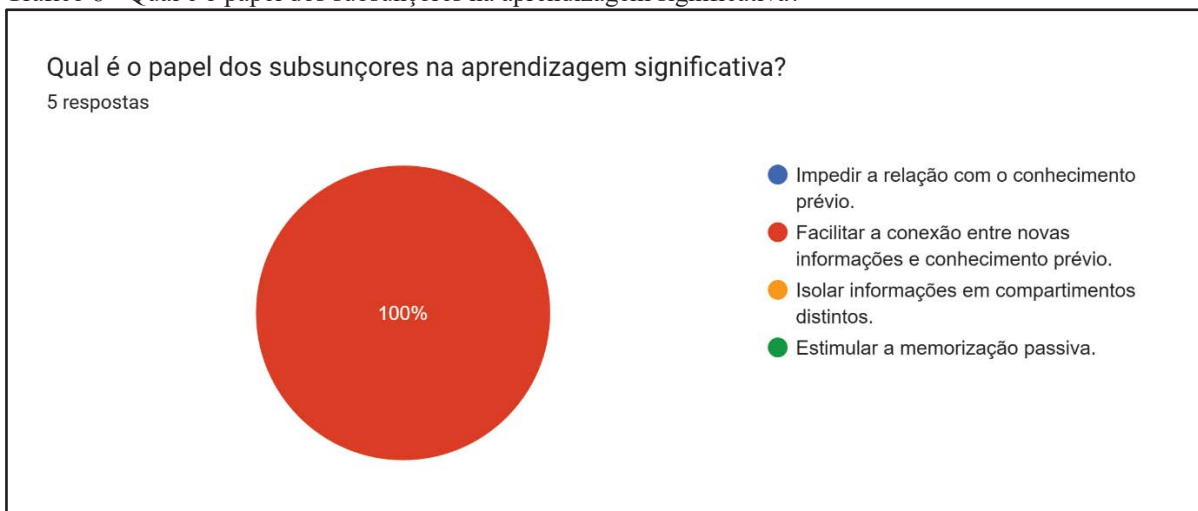
Gráfico 7 - Qual o foco principal da aprendizagem significativa?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Para Ausubel, os subsunçores possuem um papel crucial na aprendizagem, pois facilitam a conexão entre as novas informações e as informações já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Essa percepção foi apresentada por 100% (5) dos cursistas, como pode ser observado no Gráfico 8:

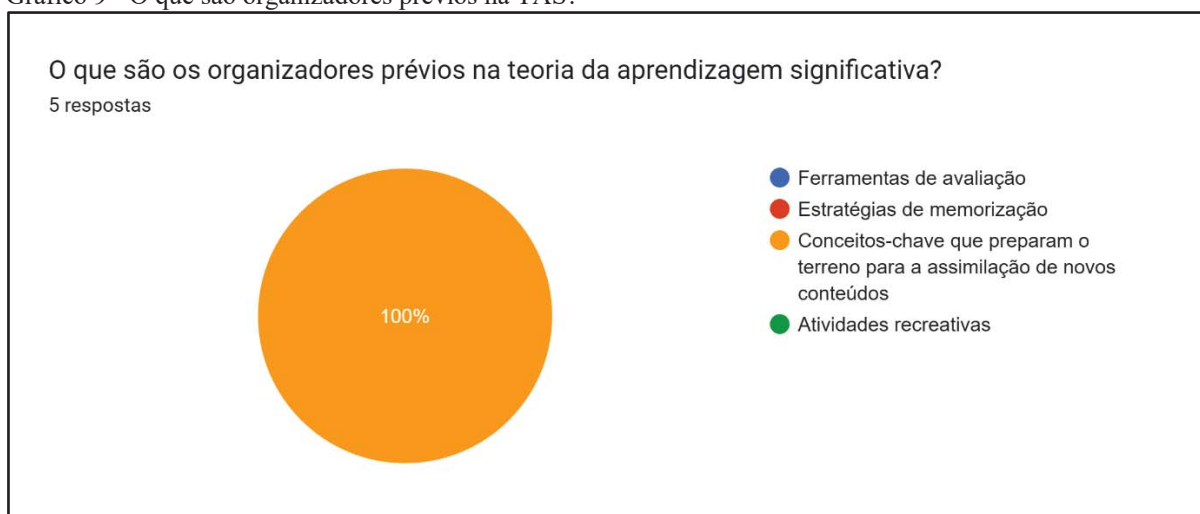
Gráfico 8 - Qual é o papel dos subsunçores na aprendizagem significativa?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Quando solicitados a responder sobre o que são os organizadores prévios na TAS, 100% (5) dos cursistas revelaram compreender que são utilizados para preparar a estrutura cognitiva do estudante para receber a nova informação, para, assim, essa informação se ancorar aos subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva (Gráfico 9).

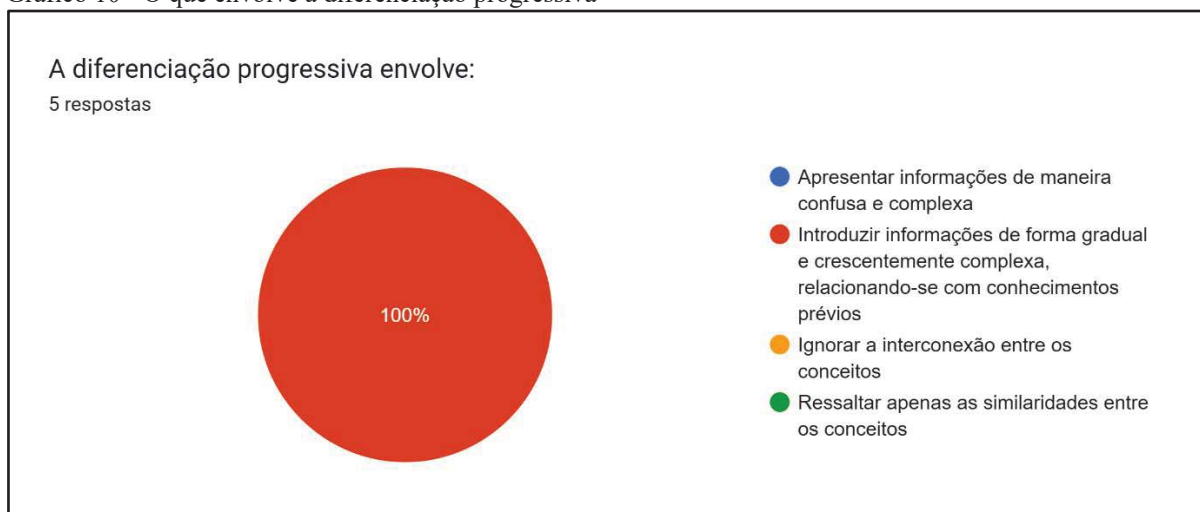
Gráfico 9 - O que são organizadores prévios na TAS?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Sobre a diferenciação progressiva, evidenciou-se que 100% (5) dos alunos conseguiram compreender que, na TAS, durante o processo de diferenciação progressiva, as informações vão sendo fornecidas aos estudantes em graus de complexidade cada vez mais elevados, sempre relacionando os novos assuntos com os conhecimentos prévios. Essa percepção está sistematizada no Gráfico 10.

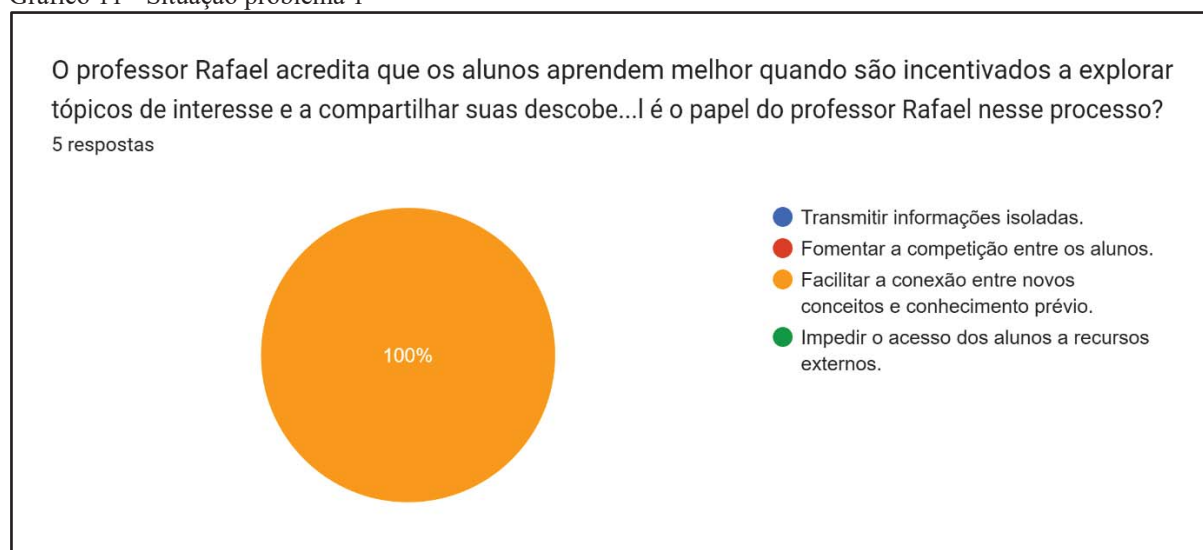
Gráfico 10 - O que envolve a diferenciação progressiva



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

A fim de verificar a compreensão dos cursistas acerca dos temas abordados, os docentes foram expostos a uma situação-problema com o objetivo de identificar que papel o professor desempenhou segundo a TAS na situação apresentada. De acordo com o Gráfico 11, 100% (5) dos cursistas compreenderam que o papel desse profissional no problema elencado é facilitar a conexão entre os novos conceitos e o conhecimento prévio dos estudantes.

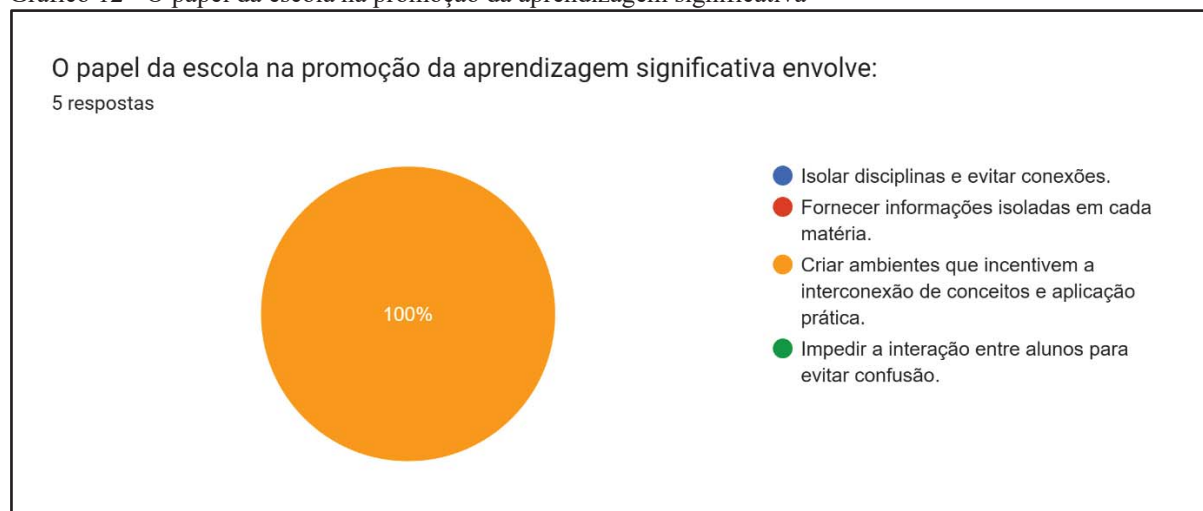
Gráfico 11 - Situação problema 1



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Mais uma vez, 100% (5) dos cursistas revelaram compreender que o papel da escola na promoção de uma aprendizagem significativa é criar um ambiente que conecte teoria e prática, como mostra o Gráfico 12:

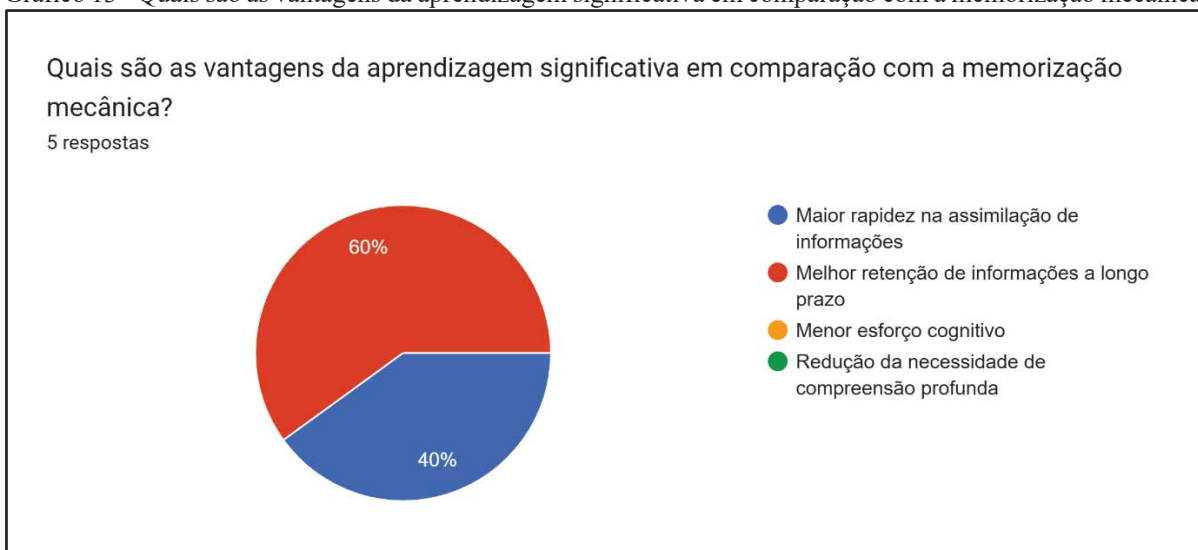
Gráfico 12 - O papel da escola na promoção da aprendizagem significativa



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Quando questionados sobre a vantagem de se aprender significativamente ou de se aprender mecanicamente, 40% (2) dos cursistas disseram acreditar que a maior vantagem está na rapidez com que se assimila a informação; já 60% (3) acredita que a vantagem está no tempo que a informação aprendida fica retida na memória, uma vez que o novo conhecimento é ancorado em um conhecimento pré-existente em nossa estrutura cognitiva. Essas percepções são sistematizadas no Gráfico 13:

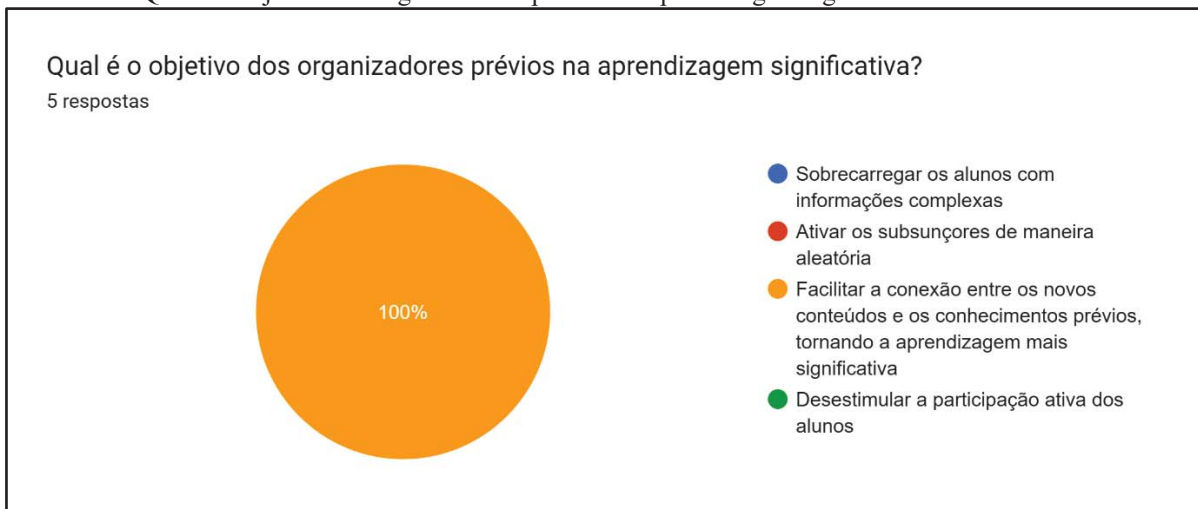
Gráfico 13 - Quais são as vantagens da aprendizagem significativa em comparação com a memorização mecânica?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Como possível observar no Gráfico 14, 100% (5) dos cursistas compreendem que os organizadores prévios facilitam a conexão entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios (subsunçores), tornando a aprendizagem mais significativa.

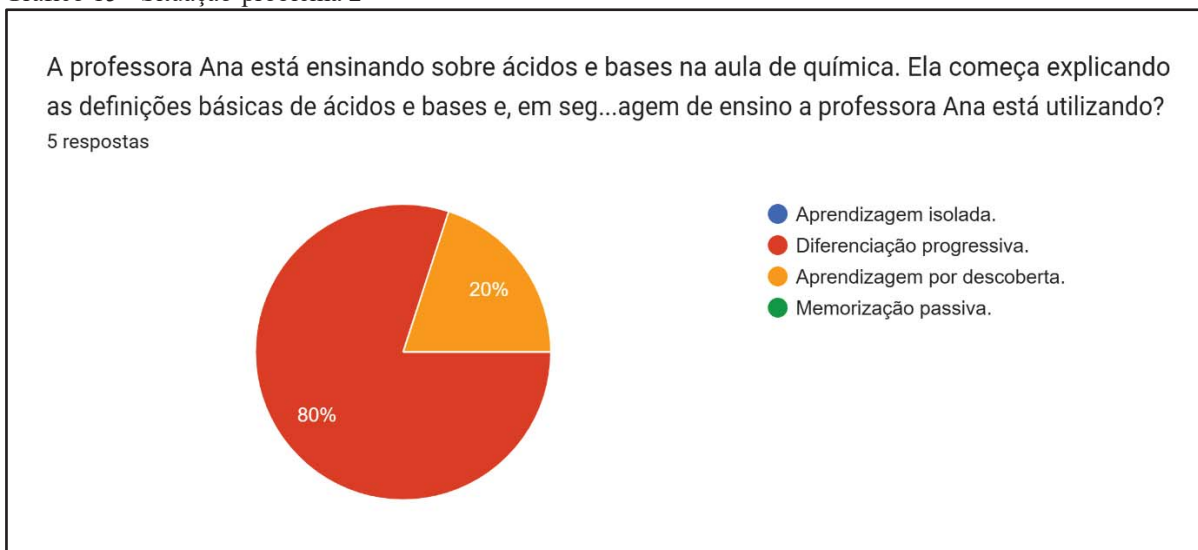
Gráfico 14 - Qual é o objetivo dos organizadores prévios na aprendizagem significativa?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

A fim de verificar a compreensão dos cursistas acerca dos temas abordados, os docentes foram expostos a uma segunda situação-problema, com o objetivo de identificar que papel o professor desempenhou segundo a TAS na situação apresentada. Tal como constata-se no Gráfico 15, 80% (4) dos cursistas identificaram que foi utilizada a diferenciação progressiva no caso apresentado, em oposição a 20% (1) que acreditou que o método utilizado havia sido a aprendizagem por descoberta.

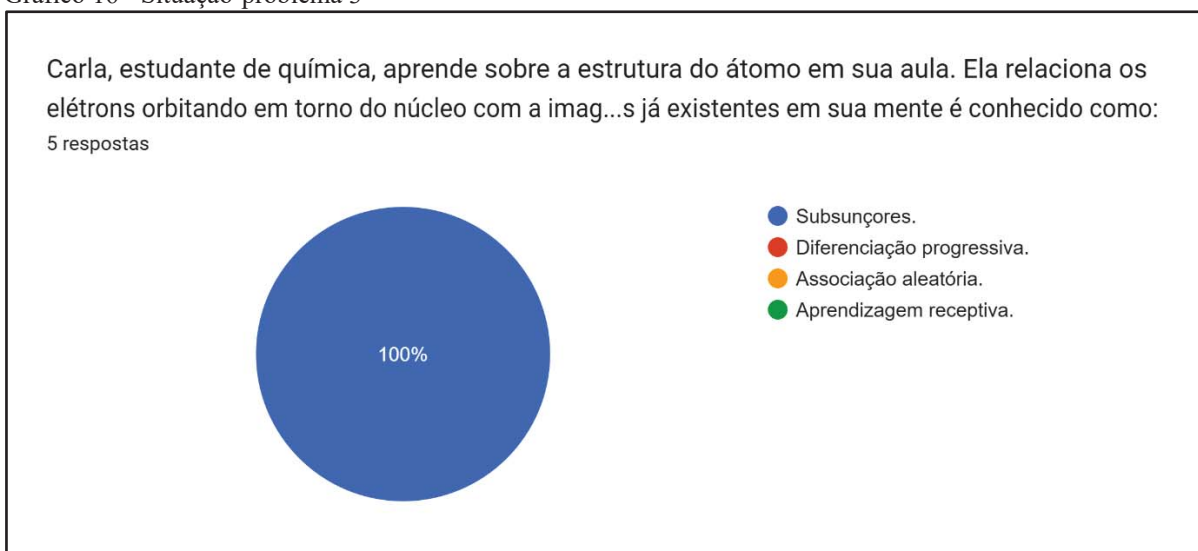
Gráfico 15 - Situação-problema 2



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Uma terceira situação-problema foi utilizada e, de acordo com a sistematização apresentada no Gráfico 16, 100% dos cursistas compreendem que as relações entre os novos conceitos adquiridos e os já existentes são tratadas dentro da TAS como subsunções.

Gráfico 16 - Situação-problema 3



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

O terceiro encontro contou com discussões acerca da interdisciplinaridade e, nele, os cursistas foram acolhidos com um lanche, seguido por uma discussão acerca das definições de disciplina, multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Após uma sondagem sobre os conhecimentos prévios dos cursistas acerca

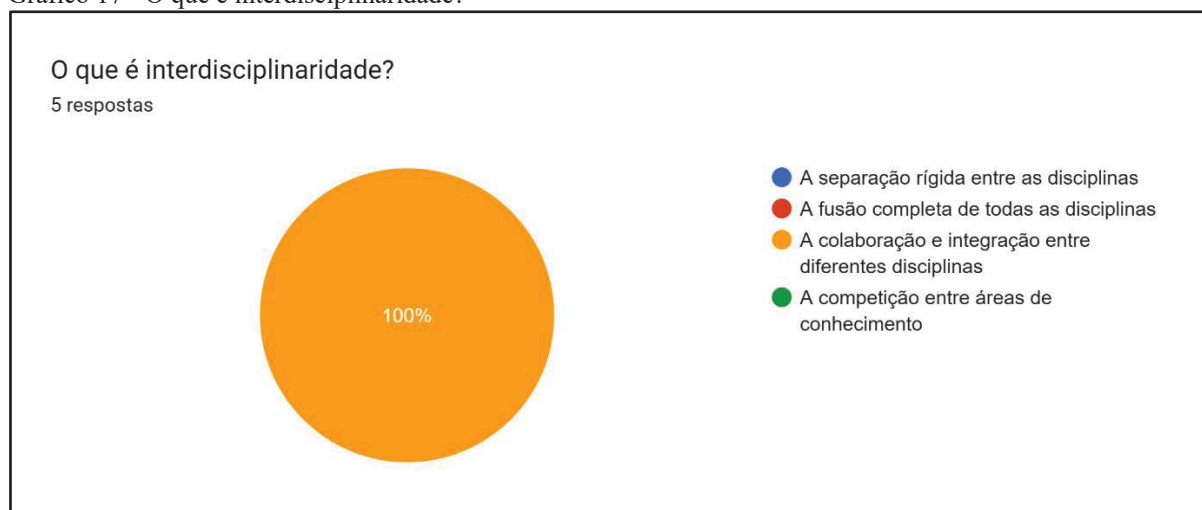


de cada definição, foi apresentado o conceito proposto por Japiassu (1976) para cada um desses termos, e foram compartilhados exemplos para ilustrar tais definições. Nota-se que por vezes há pouca clareza nas definições apresentadas pelos cursistas, que reconheceram que, durante formações ou encontros promovidos pelas unidades escolares, diferentes interpretações dessas temáticas são apresentadas por diferentes indivíduos. Isso, em sua percepção, gera dificuldade e insegurança para efetuar um planejamento assertivo para trabalhar com uma postura interdisciplinar.

Foram, também, abordados os desafios que cercam o trabalho interdisciplinar à luz do pensamento de Pombo (2005), para quem um grande desafio é desbanalizar a utilização do termo interdisciplinaridade, que hoje tem sido usado em diferentes contextos, muitas vezes deslocados do seu real significado. Tal afirmação da autora se vê em consonância com relatos prévios apresentados pelos professores cursistas, indicando a necessidade de uma capacitação, não apenas para os docentes, mas para coordenadores pedagógicos, gestores e muitas vezes até mesmo para funcionários que trabalham na Secretaria de Estado da Educação. Outro desafio elencado pela autora e abordado durante a formação é a dificuldade de engajar a equipe nesse tipo de trabalho, bem como de valorizar as disciplinas e não descaracterizar sua importância em detrimento de outros componentes.

Após o encontro, foi aplicado um questionário para verificar a assimilação dos conceitos básicos relacionados com a interdisciplinaridade que foram abordados durante o curso. Nesse encontro, também estavam presentes cinco dos seis cursistas. No Gráfico 17, é possível observar que 100% (5) dos cursistas conseguiram identificar a definição básica de interdisciplinaridade após as intervenções realizadas.

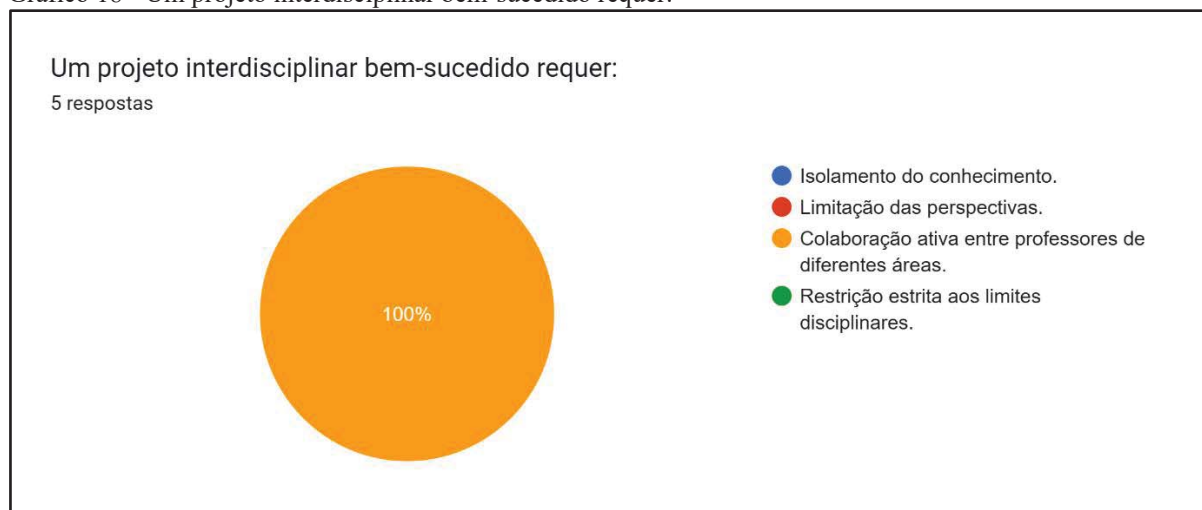
Gráfico 17 - O que é interdisciplinaridade?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Acerca do contexto interdisciplinar, 100% (5) dos professores cursistas revelaram ter consciência de que, ao se desenvolver um projeto interdisciplinar, um dos fatores determinantes para o sucesso desse projeto é a colaboração ativa entre professores de diferentes áreas. Essa percepção é sistematizada no Gráfico 18.

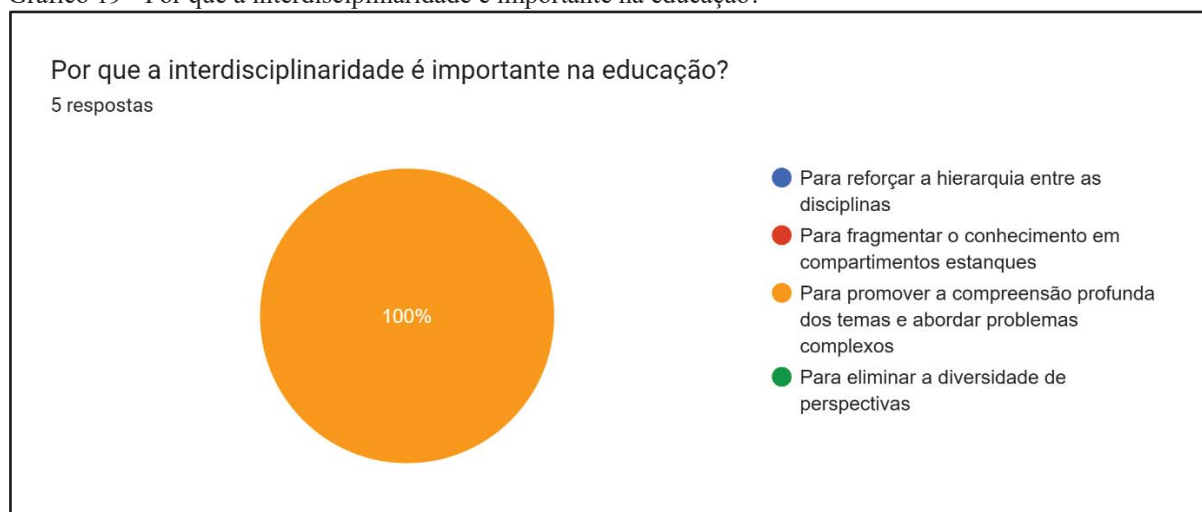
Gráfico 18 - Um projeto interdisciplinar bem-sucedido requer:



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

O Gráfico 19, por sua vez, evidencia que, no que concerne à importância da interdisciplinaridade, também 100% (5) dos professores consideram que ela é importante, pois promove uma compreensão profunda dos temas e auxilia na abordagem de problemas complexos.

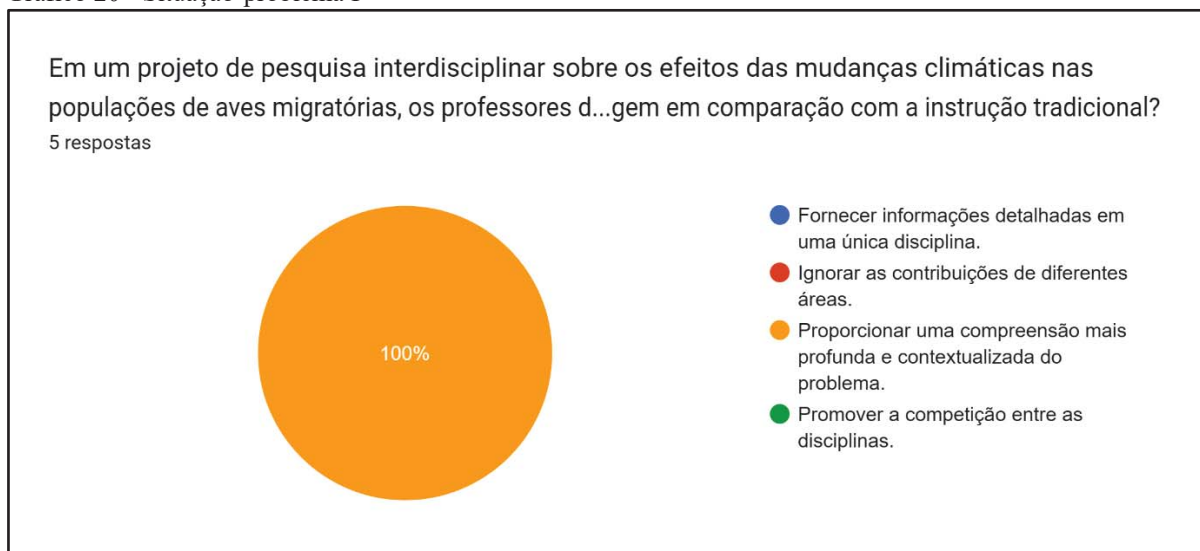
Gráfico 19 - Por que a interdisciplinaridade é importante na educação?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Já o Gráfico 20 mostra que 100% (5) dos professores conseguiram identificar a vantagem de uma abordagem interdisciplinar em comparação a uma tradicional a partir de uma situação-problema.

Gráfico 20 - Situação-problema I



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Acerca da adoção de uma postura interdisciplinar, 100% (5) dos cursistas concordam que um dos benefícios é a ampliação da visão dos alunos sobre os conteúdos e o estímulo ao pensamento crítico (Gráfico 21).

Gráfico 21 - Qual é um benefício da abordagem interdisciplinar em sala de aula?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Em consonância com a resposta anterior, observa-se que 100% (5) dos cursistas concordam que a compreensão e a preparação para resolver problemas complexos que são

promovidos pelo trabalho interdisciplinar auxiliam na preparação dos alunos para enfrentar os problemas do mundo real (Gráfico 22).

Gráfico 22 - Como a interdisciplinaridade pode preparar os alunos para enfrentar desafios do mundo real?



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

Frente ao trabalho interdisciplinar e multidisciplinar, observa-se que 60% (3) dos cursistas acreditam que, na multidisciplinaridade, as disciplinas não têm relação entre si, já na interdisciplinaridade elas se integram de maneira mais complexa. Já 40% (2) dos cursistas acreditam que, na interdisciplinaridade, as disciplinas se completam entre si, e que, na multidisciplinaridade, elas trabalham juntas.

O quarto encontro foi dedicado a elucidar os passos de uma UEPS para ancorar as discussões do Produto Educacional que seria apresentado no encontro seguinte. Durante os debates, buscou-se abordar cada passo de construção da UEPS para que fosse possível compreender as etapas de aplicação do produto educacional. O encontro mostrou-se muito produtivo, uma vez que os professores puderam explorar o Produto Educacional produzido e relacioná-lo com a teoria apresentada.

O quinto encontro foi realizado na forma de roda de conversa, de modo que foi possível compartilhar vivências obtidas na aplicação do produto durante sua elaboração. Foram elencados os pontos de principal dificuldade vivenciados como: parceria com os colegas, impressão de material, utilização de recursos audiovisuais, etc. Além disso, foram dadas sugestões para implementar o material na forma de projeto e para inserir o grupo gestor no planejamento e na execução, para maior adesão da equipe docente no processo de aplicação.

Após esse encontro, os professores foram orientados e acompanhados através de um grupo de whatsapp para que se pudesse discutir acerca das principais dificuldades encontradas

durante a aplicação do Produto Educacional. Após a conclusão desse acompanhamento e da aplicação do material pelos cursistas em suas respectivas realidades escolares, foi realizada uma conversa final para avaliação dos resultados, levantamento dos desafios enfrentados, benefícios de aplicação do projeto e pontos de melhoria.

### **6.3 Análise do discurso dos professores acerca da aplicação do Produto Educacional**

Foi realizada uma entrevista semiestruturada (disponível no Apêndice J) com os professores cursistas, e as respostas dos professores foram divididas em três classes:

#### *6.3.1 Classe 1 – Percepção acerca do produto educacional e sua aplicação*

O produto educacional foi estruturado e aprovado por 100% dos docentes que realizaram sua aplicação. Durante a entrevista, notou-se, na fala dos docentes, que a sequência apresentada no material e a organização, tanto dos textos quanto dos exercícios, foi pertinente durante sua aplicação. Os docentes relataram sentir falta de questões discursivas para que os alunos externalizassem melhor o que absorveram de maneira escrita em detrimento às rodas de conversa e justificaram tal percepção em razão de acreditarem que é importante que o aluno consiga montar as respostas externalizadas na fala através da escrita. O Professor 1 relata que “[...] o material foi bem estruturado e o conteúdo pertinente em linguagem e estruturação dos exercícios para o Ensino Médio. Senti falta de algumas questões que os alunos pudesse[m] escrever mais, acredito que poderia ser um acréscimo no material”.

A reflexão do professor acerca da necessidade de o aluno expor seu conhecimento através da escrita é reforçada por Castro *et al.* (2021), para quem a linguagem é um resultado da ação humana, elaborada ao longo da história das sociedades, retratando suas necessidades, intercâmbios e interações. Os autores ainda elucidam que a linguagem é uma forma de articular o mundo em que habitamos e através dela estabelecemos interações sociais. A inserção de questões discursivas auxilia o aluno a externalizar o que tem assimilado ao longo das aulas, uma vez que a realidade que vivemos é moldada pela linguagem que empregamos para representá-la; além disso, nós mesmos somos reflexo da linguagem que somos capazes de assimilar.

A percepção do Professor 1 é confirmada pelo Professor 2, para quem “[...] apesar de notar pertinência em todo o material apresentado, senti falta de questões discursivas para que os alunos escrevessem além de apenas discutir ou responder questões de múltipla escolha”. O

anseio dos professores para o desenvolvimento de habilidades de escrita – em um contexto no qual o aluno possa externalizar o que foi assimilado, utilizando uma lógica construída através da incorporação dos conceitos pela sua estrutura cognitiva – é enfatizado por Castro *et al.* (2021), que afirma que os educadores em Ciências frequentemente expressam sua insatisfação em relação à incapacidade de seus alunos de ler e articular suas ideias, tanto de forma escrita quanto oral, transferindo a responsabilidade para os docentes da área de Linguagens, na crença de que a questão não reside na abordagem pedagógica no Ensino de Ciências.

Nesse sentido, o Produto Educacional desenvolvido trata da abordagem oral através dos diversos momentos em que é possível discutir, por meio de rodas de conversa, questões relacionadas aos acidentes radioativos, ao filme apresentado e até mesmo às ilustrações originais produzidas para representar o contexto retratado. Essa é uma oportunidade para que os docentes de diferentes áreas e componentes curriculares utilizem sua aula para enriquecer a experiência de leitura e a capacidade de oralidade de seus alunos, auxiliando os professores de Linguagens na tarefa tão árdua de ensinar o educando a articular ideias através da fala. Além disso, na construção do mapa conceitual, do lapbook e ainda nas questões analíticas, os docentes podem auxiliar os alunos a registrarem tudo que estão aprendendo através da escrita. Essa articulação ainda pode ser realizada durante as aulas, e, como uma estratégia de ensino, o docente pode orientar os estudantes a registrarem as discussões de forma lógica e ordenada, pois essas anotações e esquemas podem servir de consulta para estudos posteriores, de modo que o aluno pode retomar os tópicos discutidos e relembrar o conteúdo trabalhado para melhor assimilação.

De encontro com as afirmações dos professores acerca da necessidade de questões analíticas está o estudo de Carvalho & Barbeiro (2013), que afirmam que Janet Emig (1977), Margaret Martlew (1983), Arthur Applebee (1984) e David Olson (1995) defendem a concepção de escrita como instrumento de aprendizagem. Esses estudiosos ponderam que a linguagem escrita contribui para o desenvolvimento cognitivo, melhorando a organização do pensamento e, conseqüentemente, aprimorando o raciocínio lógico. Escrever facilita a reflexão das ideias, tornando-as concretas e duradouras ao serem registradas no papel.

Além disso, sobre a resolução de questões discursivas e sobre o auxílio ao aluno na interpretação do enunciado e no registro das informações, Veneu *et al.* (2015, p. 131) afirmam que:

[...] os enunciados, por se construírem de signos/palavras ideológicas e valorativas, são, igual e inarredavelmente ideológicos e valorativos. Estão articulados numa rede em que se tocam, se conhecem, se rejeitam e respondem. [...] Entendemos, por isso, que não há a mais remota maneira de considera-los neutros.



E, se levarmos em consideração que a análise de um enunciado terá como resultado um outro enunciado – que, assim como o enunciado analisado, será ideológico, valorativo, estará articulando com a cadeia de enunciados [...]

Em resumo, ao se resolver questões analíticas e ao se exercitar a escrita, se está favorecendo o pensamento lógico e a reflexão sobre as ideias, permitindo uma representação da realidade de forma duradoura. Nessa mesma linha de raciocínio, o Professor 2 afirma que “[...] a apresentação de resolução nas questões de cálculo e até mesmo nas teóricas facilita muito o nosso trabalho e nos apresenta raciocínio e abordagens que as vezes não é o que utilizamos para explicar, melhorando a nossa prática”.

É de conhecimento geral que a profissão docente é marcada por uma jornada árdua de trabalho, assim, dispor de um material com resoluções agiliza seu trabalho de planejamento e preparação de aulas. Nesse sentido, as resoluções foram inseridas no material para direcionar o professor a fomentar discussões e não apenas passar a resposta aos estudantes. Sabóia (2024) enfatiza a sobrecarga de trabalho que os professores vivem em sua realidade cotidiana, além de chamar atenção para as pressões sofridas pelos docentes através de seus superiores, muitas vezes responsabilizando-os pelo insucesso do aluno. De encontro com a rotina fatigante em que se encontram inseridos os docentes, notamos a importância de um material que traga instruções e resoluções comentadas, visando amenizar (ainda que discretamente) determinados afazeres extraclasse que são inerentes à profissão docente. A importância dessas resoluções comentadas também é destacada pelo Professor 3: “[...] os conteúdos foram pertinentes e eu gostei bastante das resoluções dos exercícios apresentadas no material do professor, isso facilitou muito o meu trabalho”.

Carvalho e Barbeiro (2013) argumentam que, ao concluir o Ensino Básico, os alunos devem não apenas produzir diferentes tipos de textos com correção ortográfica, variedade sintática e um vocabulário abrangente, atendendo a distintos objetivos comunicativos, mas também dominar técnicas de escrita criativa para a construção do conhecimento. Ainda segundo os autores, os estudantes devem ser capazes de elaborar projetos, resumir textos informativos, condensar conteúdos em esquemas (que inclusive é proposto no produto educacional ao solicitar a elaboração de um mapa conceitual), redigir anotações a partir de leituras e/ou exposições orais (tal ação também é solicitada a todo momento no produto educacional, já que este é estruturado com espaços para anotações do aluno durante a aula, para registrar através da escrita as discussões, sintetizando-as com suas próprias palavras), visando tanto a retenção quanto a reorganização da informação, além de utilizar a escrita como meio de reestruturação do conhecimento.

Em suma, ao final do Ensino Médio, espera-se que os alunos apresentem habilidades avançadas em escrita, permitindo-lhes comunicar-se de forma eficaz e organizar suas ideias. Apesar de todas as discussões levantadas, nota-se na fala do Professor 3 que os alunos têm muita dificuldade de registrar as informações discutidas com suas próprias palavras: “[...] no começo, os alunos quase não conseguiam registrar o que era discutido ou mesmo as explicações, notei que com o passar das aulas alguns conseguiam registrar um pouco mais o que era discutido, porém, ainda de maneira muito simples para a idade/série [...]”. O Professor 1 também relatou que “[...] os alunos têm muita dificuldade de apresentar a resolução dos exercícios, não dominam bem habilidades de leitura e compreensão mesmo estando no final do ensino médio [...]”. De encontro a esses relatos, o Professor 2 também afirma que “[...] os alunos têm sido condicionados a resolver questões de múltipla escolha e não apresentar explicação ou justificativa nas resoluções, então solicitar que eles expliquem ou justifiquem suas respostas foi uma tarefa complicada [...]”.

A partir desses relatos, foi elaborada uma seção de questões analíticas, a qual foi adicionada apenas ao material do professor para que os docentes pudessem utilizá-la como uma revisão, reforço ou avaliação final, de acordo com a pertinência e particularidades da turma.

### *6.3.2 Classe 2 – Avaliação dos professores acerca da aplicação da parte interdisciplinar*

Entender a visão interdisciplinar requer explorar quais são as interseções entre as áreas de conhecimento envolvidas, seja no contexto educacional ou no científico. Esse processo vai muito além de simplesmente “unir disciplinas”. O verdadeiro desafio de um trabalho interdisciplinar é identificar as conexões entre as disciplinas, que são o foco de um estudo, projeto ou aula, e não buscar anular as disciplinas em favor de uma possível metadisciplina (Souza *et al.*, 2022).

Segundo o relato dos cursistas, o material bem estruturado e dividido orientou bem o trabalho para que cada docente pudesse contribuir com sua área do conhecimento. Uma dificuldade relatada foi a de que os materiais que geralmente estão disponíveis para o trabalho interdisciplinar são muito confusos e de difícil compreensão; os docentes possuem formação em disciplina específica e, segundo eles, há uma falta de tempo de planejamento pedagógico para que realizem estudos e divisões de tópicos para culminar em um contexto interdisciplinar. O material em questão mostrou-se eficiente na visão desses docentes, uma vez que a maior dificuldade encontrada foi a adesão dos colegas e não o material em si. Tais fatos são elucidados no relato do professor 1:

[...] é muito difícil trabalhar de modo interdisciplinar quando dependemos de um trabalho que não é realizado por nós mesmos. As vezes combinamos com o colega que deve trabalhar determinado tópico e quando chegamos na sala de aula ele não trabalhou, para mim a maior dificuldade foi o comprometimento dos outros envolvidos, [...] acredito que esta dificuldade também pode ser causada por excesso de trabalho e falta de tempo para preparar as aulas, mesmo com um material pronto como o que você nos forneceu (Professor 1).

É possível visualizar na fala do professor que o gerenciamento de um trabalho interdisciplinar apresenta desafios, principalmente no que tange ao comprometimento dos colegas de trabalho. Para os professores participantes, projetar um conteúdo que converse com outras disciplinas, mas ao mesmo tempo dependa de uma sincronia nas aulas ministradas, revela-se como um desafio.

O Professor 3 relatou que “[...] havia um tempo que eu não conseguia executar um trabalho como esse, geralmente os livros são confusos e trazem os assuntos muito misturados, um caos. Isso dificultava muito meu trabalho e por vezes eu sequer utilizava estes materiais”. Observa-se relato semelhante na fala do Professor 2, que afirma que “[...] deveríamos possuir mais materiais que interligam os assuntos, [...] até porque temos um tempo muito limitado, inclusive de reunião coletiva, isto as vezes nos frustra, pois há muita cobrança e o apoio para execução destas cobranças praticamente não existe [...]”.

A angústia apresentada pelo docente é compreendida por Botomé (1996), Costa (2016), Santos (2012) e Lemos (2007; 2011 *apud* Sabóia, 2024), que afirmam que todos os educadores compartilham características comuns em sua profissão, conforme indicam. Segundo os mesmos autores, a atividade invisível e o trabalho intelectual constituem um padrão uniforme nesse contexto, já que, nesse cenário, uma parte considerável do trabalho docente ocorre fora do ambiente escolar, com muitas tarefas ultrapassando o espaço e o tempo que deveriam ser dedicados a essa atividade. A preparação de aulas, as correções e as leituras são exemplos de atividades que não podem ser realizadas enquanto se está efetivamente ministrando aulas.

Tendo-se como base as afirmações dos autores supracitados, podemos concluir que a produção de material e a orientação adequada para que os docentes apliquem o material de um modo eficaz é um facilitador do trabalho docente e um anseio dos professores, que diariamente sofrem cobranças, tornando os desafios da docência solitários e sem amparo dos sistemas educacionais. Salienta-se então a importância de se produzir materiais que dialoguem com a realidade que o professor vive, pois, além dessas barreiras para encontrar materiais que se adequem à sua realidade, ainda há a dificuldade em conseguir a colaboração dos colegas de trabalho para se desenvolver um efetivo trabalho interdisciplinar.

Serique (2019) analisou produções científicas no Brasil e produzidas entre 2012 e 2016 acerca da interdisciplinaridade e do currículo na Educação Básica. A autora constatou, ao analisar questionários dissertativos aplicados, que os docentes possuem uma concepção simples de interdisciplinaridade e que muito comumente a confundem com a multidisciplinaridade. Tal percepção confirma a necessidade da elaboração de formações que norteiem os docentes nessa jornada de trabalho interdisciplinar. É preciso salientar que uma formação, um curso, ou uma discussão, por si só, são elementos que não mudam por completo a realidade da escola ou da educação brasileira, porém, são de extrema importância para iniciar a implementação de um projeto em que os docentes consigam minimamente desenvolver atividades que se conectem e ampliem o sentido e a visão de mundo dos estudantes.

O Professor 2 enfatiza a importância do curso na aplicação do material e elenca outros desafios encontrados quando afirma que:

[...] apesar de no material não possuir a descrição de cada disciplina, no curso foi possível perceber onde cada professor se encaixa, eu gostei muito dessa organização pois organizou melhor o trabalho, porém, tive dificuldades com imprimir material para os meus alunos na escola (Professor 2).

Essa fala traz um fato muito importante, que é a dificuldade de apoio para conseguir materiais básicos na execução das aulas, como por exemplo a impressão de páginas do livro. Essa dificuldade de parceria com os colegas e a falta de disponibilidade de material são fatores que acabam por desmotivar os professores e consequentemente tendem a ofuscar o brilho de um trabalho que incentiva e fomenta a aprendizagem significativa dos estudantes. O Professor 3 também encontrou dificuldades na aplicação do material: “[...] acredito que a forma com que foi organizado o material me auxiliou muito na organização, porém tive dificuldade com a parceria com os colegas e com a impressão de material [...] os livros que geralmente temos acesso são confusos e misturam muito o assunto, por isso gostei desse”.

Nota-se no relato dos docentes que mesmo com as dificuldades encontradas na aplicação houve um esforço mútuo para executar o trabalho. Além disso, percebe-se que os materiais que os docentes geralmente possuem acesso não são de fácil compreensão para o trabalho interdisciplinar e que um material estruturado de maneira clara e objetiva por componente curricular amplia a aceitação e o efetivo trabalho (mesmo que através de um trabalho interdisciplinar singelo). Nesse sentido, o chão da sala de aula é muitas vezes um espaço frio para o docente que tenta trabalhar com estratégias diferentes para atingir o objetivo principal que é a aprendizagem do estudante. Livros que, por vezes, despejam informações de muitos

componentes curriculares acabam por desmotivar o docente que trabalha com áreas específicas e inibir a capacidade de trabalho interdisciplinar. Para tanto, além da pertinência de se contar com materiais que propiciem maior aceitação, nota-se a necessidade de se oferecer cursos de formação contínua, que habilitem os professores não somente para o trabalho interdisciplinar mas para seu gerenciamento, uma vez que este envolve a participação de vários sujeitos em sua aplicação.

A interdisciplinaridade é caracterizada pela criação de um projeto único centrado em um tema, no qual as disciplinas envolvidas contribuem de maneira igualitária, unificando o saber (Stadler; Hussein, 2017). Partindo dessa percepção, compreende-se que o material pode ser aplicado na forma de projeto, porém, observa-se na fala dos professores que há uma resistência e dificuldade em conseguir a colaboração dos colegas para compor a equipe de trabalho com os alunos. Além disso, nota-se que as instituições de ensino muitas vezes enfrentam dificuldades em fornecer os materiais para execução do projeto – por mais simples que estas possam parecer –, como impressão de material para os alunos. Assim, sem uma participação ativa da equipe docente e gestora, a execução de trabalhos interdisciplinares torna-se uma tarefa complexa para o professor, que muitas vezes tem até mesmo de assumir as despesas relacionadas à execução do projeto.

Embora seja evidente que o ensino disciplinar tradicional se mostra incapaz de abranger a diversidade intrínseca do mundo, as abordagens interdisciplinares apresentam novos desafios, notadamente a dificuldade com situações que não são claramente definidas por fronteiras epistemológicas rigorosamente estabelecidas. Tal fato acentua a discrepância entre o que é contemplado teoricamente no estudo da interdisciplinaridade e o que encontramos ao alcance da vida cotidiana do docente. Essa disparidade tende a se acentuar à medida que as teorias científicas se tornam mais sofisticadas (Ziegler Xavier; Soares, 2016).

Para Serique (2019), o sistema interdisciplinar caracteriza-se por uma única realidade, um único objeto e múltiplos campos de conhecimento, sendo definido por cooperação, coordenação, comunicação e intercâmbio teórico. No espaço escolar, a ação conjunta dos docentes colabora com a solução de um problema específico, duas ou mais disciplinas colaboram, superando as fronteiras tradicionais e ampliando as possibilidades de compreensão dos temas. A autora ainda afirma que Souza (2013), Cruz (2016) e Costa (2013) apresentam uma visão acerca da integração curricular, em um cenário no qual a contextualização dos conteúdos, a colaboração em grupos e a investigação de temas e desafios do dia a dia dos estudantes são elementos que podem ser utilizados como ferramenta para superar barreiras

existentes entre as disciplinas. Tal estratégia, para os autores, é uma forma de o aluno atribuir um significado imediato àquilo que se aprende dentro e fora da sala de aula.

Por fim, analisando a fala dos docentes envolvidos e os referenciais apresentados, é possível concluir que a prática interdisciplinar no contexto educacional em que vivemos revela a complexidade e os desafios enfrentados pelos docentes na busca por uma integração efetiva das disciplinas. Sabóia (2024) enfatiza que tudo isso acaba por causar uma falta de conexão do “fora do trabalho”, pois, por ser um trabalho de característica intelectual, o trabalhador não consegue se desligar e acaba voltando sua atenção para notícias, leituras e outras atividades ou tarefas que remetem ao ato laboral. Tal afirmação elucida a dificuldade de descansar ou de encontrar tempo para si mesmo e para suas atividades não relacionadas ao exercício da docência. Logo, há a necessidade de salientar que a jornada de trabalho do docente necessita de ajustes, pois é desumano exigir tanto tempo de planejamento e tanto trabalho extraclasse do professor, que muitas vezes necessita trabalhar diuturnamente para suprir suas necessidades.

Em seus escritos, Sabóia (2024) ainda afirma que, segundo Hutz *et al.* (2010), Lemos (2007; 2011), Castillo (2010) e Santos (2012), a intensificação do trabalho docente impõe uma pressão adicional aos profissionais da educação que se encontram em uma dinâmica desgastante e com altos níveis de exigência, resultante de uma lógica produtivista que se reflete nos indicadores gerais da educação, independentemente de ser no Ensino Fundamental, Médio ou Superior. Nesse cenário, o professor acaba por internalizar essas pressões e, conseqüentemente, passa a se autovigiar, assumindo a responsabilidade não só do seu próprio sucesso ou fracasso, mas também pelo desempenho dos seus alunos.

Sabóia ainda destaca a crueldade com que o sistema educacional tem conduzido os docentes, muitas vezes responsabilizando-os por questões que estão além da atuação solitária de um indivíduo. Nesse sentido, fica evidente que é necessário produzir materiais que facilitem o trabalho docente, mesmo que de forma singela, uma vez que amplia de algum modo o tempo deste para articular a aplicação efetiva do material em sala de aula. A literatura revisada reforça ainda a necessidade de uma formação contínua e de materiais que dialoguem com a realidade dos educadores, promovendo um ambiente de trabalho mais colaborativo. Portanto, para que a interdisciplinaridade se torne uma prática efetiva nas escolas, necessitamos de um esforço conjunto entre docentes e gestores, no qual as responsabilidades sejam partilhadas, pois não há um só responsável pelo sucesso de uma prática exitosa, assim como não há um só culpado para o seu fracasso.



Destarte, é necessário reforçar a necessidade de um suporte educacional, que viabilize a criação e a implementação de um currículo integrado, capaz de refletir a diversidade do mundo contemporâneo e de proporcionar uma aprendizagem de fato significativa aos estudantes.

### *6.3.3 Classe 3 – Avaliação acerca das metodologias e da TAS*

Ao que refere à aplicação do Produto Educacional e sua relação com a TAS, notou-se que os docentes tiveram uma boa adesão às metodologias apresentadas no Produto Educacional e conseguiram desenvolver de maneira satisfatória o que foi proposto. Além disso, de acordo com a percepção desses profissionais, é possível notar que a TAS foi importante não só para que os alunos pudessem compreender os conteúdos, mas também para que esse conteúdo visto fosse fixado por mais tempo na estrutura cognitiva do estudante. Tal fato é observado na evocação:

[...] até o momento eu não conhecia a TAS, apenas havia ouvido falar, acredito que parte do resultado positivo deve-se a maneira com que o material se organizou, foi muito bem aceito pelos alunos e notei que eles conseguiram se expressar de maneira mais autônomas [...] os alunos também costumavam relatar o que estava sendo trabalhado em outras aulas e isso foi bem interessante, não era algo comum (Professor 2).

Corroborando com o que o professor relata, Moreira (2011) afirma que aprender de forma significativa é um processo que envolve ideias conectadas de maneira pessoal e não aleatória com o conhecimento prévio do aluno. O termo “pessoal” refere-se ao que não é literal, ou seja, não é tomado de forma rígida; já “não aleatório” indica que a interação entre professor e aluno não se dá com qualquer tipo de conhecimento anterior, mas sim com algo específico e relevante que já faz parte da estrutura cognitiva do estudante, a qual é formada por um conjunto de subsunçores interligados. Nessa abordagem, existem subsunçores que estão subordinados hierarquicamente a outros, mas essa organização pode ser alterada caso aconteça uma aprendizagem que reorganize a estrutura, fazendo com que um novo subsunçor passe a englobar outros. Segundo o Professor 1,

[...] os alunos trazem eventos comentados em outras aulas, levantam discussões acerca da temática que foram levantadas em outras matérias, acredito que isso é muito positivo, pois mostra o envolvimento do aluno e que o mesmo reteve informações de outras aulas (Professor 1).

Para Santana (2013), segundo a TAS, aprender significa organizar e integrar o material na estrutura cognitiva do aluno, para que isso ocorra, o novo material necessita interagir com o conhecimento prévio do estudante. Quando esse conhecimento é útil, cientificamente correto e serve de âncora para um novo conhecimento, ele é chamado de subsunçor. Logo, pode-se concluir que, ao construir as conexões através da organização do conhecimento em um trabalho interdisciplinar unificado<sup>17</sup>, se está preparando o terreno para que os alunos assimilem os novos conceitos que estão por vir, uma vez que a experiência que possuem não é uniforme. Nesse sentido, pelo relato dos docentes, nota-se que esta seção foi bem sucedida ao possibilitar aos alunos não só realizar conexões nas outras aulas, mas construir experiências através das discussões, vídeos e histórias contadas. O Professor 3 registrou que “[...] havia muito tempo que eu não recebia informações de outras aulas que compartilhavam com o que eu estava ensinando, fiquei muito contente e acredito que este tipo de trabalho deve ocorrer mais vezes”.

As manifestações dos professores foram indicativas de que a TAS foi bem aceita, tanto pelos docentes quanto pelos alunos, mesmo com as dificuldades em gerenciar o tempo de aplicação de cada docente. As atividades desenvolvidas de modo colaborativo contribuíram para o envolvimento dos alunos e consequentemente para a culminância na verificação da aprendizagem significativa, segundo os relatos obtidos:

[...] estruturar a TAS através de rodas de conversa, apresentação de vídeos e com atividades colaborativas foi muito positivo, pois os alunos participaram ativamente, acredito que a temática interessante também contribuiu para isso [...] durante as atividades notei que trocavam informações entre eles, principalmente na construção do lapbook (Professor 3).

Segundo Santana (2013), a pré-disposição para a aprendizagem mecânica pode ocorrer devido ao alto nível de ansiedade ou mesmo em decorrência de uma experiência de fracasso em determinada disciplina, levando a uma falta de confiança no estudante, o que conduz ao desejo de um cenário de aprendizagem automática, o que parece gerar segurança. O autor reforça que inserir os assuntos de modo não arbitrário, ou seja, intencional, preparando o estudante para receber os novos assuntos, utilizando os já trabalhados como “âncora” para fixação do aprendizado, é uma estratégia para promover a aprendizagem significativa em detrimento da mecânica. A reflexão de Santana aproxima-se do que foi realizado na seção “organização do conhecimento”, na qual o trabalho interdisciplinar unificado foi utilizado para preparar o

---

<sup>17</sup> Na interdisciplinaridade unificadora, o docente é mediador e interlocutor, e como tal é capaz de promover a interação dos conceitos das mais diferentes áreas de discussão. Nesse sentido, a interdisciplinaridade procede de uma coerência bastante estreita dos domínios de estudo das disciplinas, havendo integração, de certo modo, dos seus níveis de integração teórica (Sonaglio, 2013).

terreno através dos diferentes componentes curriculares, para só então o aluno ser inserido na diferenciação progressiva aos temas mais específicos. Ou seja, inicia-se no geral e parte-se para o específico, diferenciando os conceitos e aprofundando-os. O Professor 1 afirma que:

[...] a organização dos conteúdos foi importante para trazer informações relevantes para os alunos, o que auxiliou os mesmos no aprendizado. Acredito que o material apresentado segundo a Aprendizagem Significativa auxiliou nesse processo, trazendo discussões que os alunos compreenderam melhor por possuir um contexto que vivenciam em jornais e na internet por exemplo.

A partir dos relatos apresentados, nota-se que a estruturação como se deu o Produto Educacional contribuiu não apenas com sua aplicação, mas também para a aceitação dos alunos e a culminância dos temas propostos. O contexto levou os alunos a discutirem esses assuntos em todos os componentes curriculares. A partir disso, nota-se a importância de se trabalhar em conjunto e de modo interdisciplinar.

Santana (2013) reforça a ideia de que Ausubel, em sua Teoria da Aprendizagem Significativa, considera que o fator isolado que mais influencia na aprendizagem é o que o aluno já sabe, logo, a principal tarefa do professor é identificar esse ponto e trabalhar de acordo com o que esse estudante possui de visão de mundo, para ancorar as novas ideias em informações já presentes em sua estrutura cognitiva. Nessa direção, o Produto Educacional inicia com um levantamento do conhecimento prévio da turma, para que o docente possa identificar, ainda que minimamente, o que já está presente na estrutura cognitiva dos estudantes. Assim, ao se produzir um material, há que se levar em consideração que o ideal é que ele sirva em diferentes contextos e para diferentes sujeitos. Por isso, faz-se necessária a seção de organização do conhecimento, partindo-se da premissa de que cada sujeito é único e traz consigo experiências próprias de vida. Essa seção visa contextualizar informações básicas e consideradas essenciais para ancorar o aprendizado que virá. Porém, o docente pode e deve adaptar outras atividades caso vislumbre no levantamento dos conhecimentos prévios que há outras lacunas a serem preenchidas antes de seguir com a diferenciação progressiva dos conceitos.

Segundo Ausubel (1980, p. 144), “[...] a principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de aprender significativamente a tarefa com que se defronta”. Ensinar é uma tarefa dinâmica, que vai ao encontro das particularidades do aluno, do docente e da comunidade escolar onde a aula está sendo ministrada. Logo, nenhum material pode ser considerado imutável ou inadaptável. Deve-se sempre vislumbrar as possibilidades frente ao que está sendo trabalhado, por mais que

o material tente prever todos os desafios que podem ser encontrados pelo docente em sua execução.

Outra percepção possível decorrente dos relatos dos docentes envolvidos foi a de que as atividades indicaram uma aprendizagem significativa:

[...] notei uma boa compreensão dos alunos através da análise das ilustrações que produziram sobre o poema com a professora de Português e também vi que na construção do mapa conceitual conseguiram colocar muitas informações [...] durante os exercícios, tiveram um pouco de dificuldade, pois acham difícil interpretar os exercícios (Professor 3).

O relato do Professor 3 culmina com o exposto pelo Professor 2 “[...] eu não tenho costume de trabalhar atividade em grupo, mas notei que se interessaram, e conseguiram resolver uma parte considerável dos exercícios enquanto trocavam informações com os colegas [...]”. Fica evidente, assim, que a implementação do Produto Educacional aliada à TAS gerou resultados positivos tanto para o desenvolvimento das habilidades dos alunos quanto para a aceitação da proposta. A adesão dos docentes às estratégias de ensino sugeridas contribuiu não só para que os alunos compreendessem o assunto discutido, mas também para que fixassem e estabelecessem conexões entre os diferentes componentes curriculares.

A estruturação do material frente a uma organização do conhecimento que respeite a dinâmica de aprendizagem do aluno e que promova uma aprendizagem contextualizada possibilitou a colaboração e a efetivação de uma abordagem interdisciplinar. Todos os resultados positivos somente puderam ser obtidos graças à sinergia de um material potencialmente significativo e pelo trabalho conjunto dos professores (mesmo que de certa forma limitado por questões de tempo e recursos). Portanto, a TAS, quando integrada a um trabalho pedagógico bem estruturado, favorece uma aprendizagem significativa e duradoura como demonstrada pelos relatos dos professores ao longo das atividades propostas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A TAS é uma teoria que contribui muito com o processo de ensino, sua aplicação, no entanto, necessita ser ancorada em treinamentos, para que os docentes compreendam e se apropriem de metodologias adequadas para sua aplicação. As UEPS propostas por Moreira (2011) são compostas por ferramentas importantes para aplicar a TAS em diferentes contextos educacionais, porém, é necessário que haja a produção de materiais de qualidade para nortear o professor nessa tarefa.

Nota-se ao longo das páginas desta tese que o questionamento inicial **“De que forma um curso organizado segundo os pressupostos de uma unidade de ensino potencialmente significativa, com episódios históricos de acidentes radioativos, pode favorecer a formação de professores de Química, no âmbito do Ensino Médio?”** possui uma resposta ampla, mas possível de ser compreendida, uma vez que, a partir do relato dos docentes é possível observar que os mesmos apresentaram indícios de uma mudança de postura em sala de aula ao aplicar a UEPS e compreender os princípios da TAS em um contexto prático de aplicação do Produto Educacional. Desta forma, o curso ministrado mostrou-se fundamental na adesão dos docentes ao material proposto, uma vez que foi capaz de suprir as dúvidas e iluminar o caminho pelo qual os mesmos iriam percorrer. Através dos relatos dos docentes, notou-se que relacionar o conteúdo radioatividade com os acidentes radioativos despertou o interesse dos alunos e consequentemente promoveu uma interação efetiva desses jovens com as aulas nos diferentes componentes curriculares integrados ao longo da aplicação do Produto Educacional. Ademais, é importante salientar que a organização do conhecimento, estruturada com diferentes componentes curriculares visando à promoção de uma interdisciplinaridade unificadora foi um dos pontos destaque do Produto Educacional, o qual possibilitou a vivência da temática em diferentes áreas, facilitando o trabalho docente por apresentar isso de modo estruturado.

O objetivo geral 1 desta tese visou **“promover a Educação Científica/Química de estudantes do Ensino Médio, a partir da utilização de episódios históricos de acidentes radioativos em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), por meio de uma abordagem contendo elementos interdisciplinares”**. Através da organização do conhecimento, foi possível conectar e discutir pontos histórico/científicos importantes para a temática da radioatividade. Somando esforços de diferentes componentes curriculares, foi possível partilhar da responsabilidade de uma educação científica crítica e reflexiva perante os acontecimentos ocorridos na história, e, consequentemente, foi possível promover, através da interdisciplinaridade, a reflexão perante estes acontecimentos. Isso nos leva a refletir que a

Educação Científica não é uma tarefa de um único indivíduo ou de um único componente curricular, a sinergia do trabalho interdisciplinar torna esse processo dinâmico e não sobrecarrega um só docente, pois a responsabilidade é partilhada por todos.

O objetivo geral 2 desta tese propõe-se a **“promover a formação inicial/continuada de professores de Química, que atuam no Ensino Médio, para a utilização de episódios históricos de acidentes radioativos em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), contendo elementos interdisciplinares”**. De encontro com os pressupostos da TAS, nota-se que o trabalho interdisciplinar é um desafio para os docentes, uma vez que exige planejamento com os colegas de trabalho e um material didático que seja capaz de dialogar com componentes curriculares diversos. A UEPS apresentada neste estudo se mostrou eficaz e apresentou boa adesão dos docentes que participaram da pesquisa, sendo que se notou uma contribuição para executar de fato a interdisciplinaridade no âmbito da sala de aula. Há que se considerar, no entanto, que é notória a necessidade da oferta de cursos que preparem os docentes para trabalhar com determinadas teorias de aprendizagem como a TAS e também que os capacitem a compreender de forma mais ampla e reflexiva o que implica trabalhar com uma atitude interdisciplinar.

As discussões fomentadas acerca do contexto histórico em que ocorreram os acidentes radioativos foi um ponto que impactou os alunos, e, na visão dos docentes, foi muito importante para uma boa adesão aos trabalhos propostos, uma vez que se tratava de assuntos de grande interesse para os estudantes. Isso evidencia que foi possível atingir o objetivo específico de **“refletir sobre os acidentes radioativos num contexto interdisciplinar a fim de subsidiar a estruturação do produto educacional”**, pois os relatos dos docentes apontam para o fato de que as reflexões promovidas acerca do contexto histórico e dos acidentes radioativos possibilitaram a troca de experiências entre os alunos e ainda os fizeram conectar informações entre diferentes componentes curriculares. Além disso, é importante destacar a adesão dos docentes no modo que foi proposta a interdisciplinaridade, uma vez que a limitação, principalmente de tempo, é um dos fatores elencados dentre aqueles que dificultam o trabalho interdisciplinar. Dito de outro modo, o docente não dispõe de muito tempo disponível para interagir com os colegas e produzir um material que dialogue, mesmo que minimamente, entre os componentes curriculares.

O curso de formação de professores foi importante para nortear a ação docente e para guiar a aplicação da TAS e gerenciar uma proposta interdisciplinar nas unidades educacionais em que trabalham. A partir disso, registra-se a conclusão do objetivo específico de **“elaborar e implementar um curso de formação de professores de Ciências da Natureza para**



**capacitá-los a ministrar aulas na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, utilizando uma UEPS interdisciplinar como estratégia de ensino”.** É importante ressaltar que as formações continuadas devem ser significativas para os docentes e devem prever uma parte prática na qual esse profissional possa aplicar a teoria; além disso, é necessário que o professor tenha suporte para tirar suas dúvidas. A implementação de um curso com parte prática revelou-se efetiva, uma vez que os docentes tiveram suporte contínuo para esclarecer as dúvidas acerca do que estava sendo proposto e de como aplicar.

Ao final, nota-se que é necessário produzir materiais que sejam significativos tanto para o aluno quanto para o professor, uma vez que ambos se sentem carentes destes recursos. Os materiais geralmente disponibilizados aos docentes não raramente são confusos e de difícil utilização, o que acaba por deixá-los desamparados acerca do trabalho interdisciplinar. Uma proposta viável precisa vir seguida de orientações para que não demande tempo em demasia dos docentes para o preparo da aula, haja vista a notória sobrecarga de trabalho do professor hoje. Ainda deve-se frisar que mesmo o material possuindo uma proposta de trabalho considerada eficiente, é importante se atentar e dar liberdade para o professor, pois cada turma é única, cada indivíduo é único, assim como cada professor e cada comunidade escolar também o é. Exigir um trabalho rígido e sem autonomia afronta os princípios que norteiam a educação e fere a individualidade, a autonomia e a criatividade de quem está envolvido no processo, rompendo com os princípios de protagonismo e ofuscando a identidade do docente e do aluno.

Ao longo da pesquisa, notou-se que os docentes anseiam por serem ouvidos e compreendidos pelo sistema educacional. Nota-se, além disso, que muitas vezes se encontram desamparados e sem um elemento norteador para realizar um trabalho diferenciado e significativo. Assim, em face do que foi apresentado e das limitações identificadas dentro do contexto educacional, pode-se destacar que há a necessidade de se investigar cientificamente a organização curricular dos estados e a produção de materiais interdisciplinares significativos que facilitem o trabalho do professor, bem como de destinar um atento olhar às necessidades dos docentes e de elaborar novos cursos para capacitar os professores dentro da TAS e das metodologias para o trabalho interdisciplinar.

Assim, ante ao que fora apresentado nas palavras desta tese, nota-se a importância de um trabalho interdisciplinar significativo e a necessidade de que sejam desenvolvidos estudos futuros que avancem na aplicação prática tanto da TAS quanto da interdisciplinaridade. Evidencia-se, ainda, a necessidade de se produzir materiais práticos para uso docente – como a UEPS apresentada nesta tese – e cursos que auxiliem e amparem o docente para aplicar os recursos aqui elucidados.

## REFERÊNCIAS

AGRA, Glenda; FORMIGA, Nilton Soares; OLIVEIRA, Patrícia Simplício de; COSTA, Marta Miriam Lopes; FERNANDES, Maria das Graças Melo; NÓBREGA, Maria Miriam Lima da. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n. 1, p. 248-255, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/reben/a/GDNMjLJgvzSJKtWd9fdDs3t/?lang=pt>. Acesso em: 28 jul. 2021.

ALVES, Railda Sabino Fernandes; BRASILEIRO, Maria do Carmo Eulálio; BRITO, Suerde Miranda de Oliveira. Interdisciplinaridade: um conceito em construção. **Episteme**, v. 19, n. 2, p. 139-48, 2004. Disponível em: <https://arq510002.paginas.ufsc.br/files/2011/04/Alves-Brasileiro-Brito-2004.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2024.

ARAÚJO, Marcella Campos de; DICKMAN, Adriana Gomes. Energia nuclear e radioatividade: como estes tópicos são abordados pelos professores no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. Anais [...]. Águas de Lindóia: UFG, 2013, p. 1-8.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, David Paul. **The Psychology of meaningful verbal learning**. 2. ed. New York: Grune & Stratton, 1968.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Josepf Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana. 1980.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. p. 7-37. Disponível em: <https://elizabethruano.com/wp-content/uploads/2016/08/bachelard-1996-a-noc3a7c3a3o-de-obstc3a1culo-epistemolc3b3gico.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2021.

BERSAN, Ricardo Resende; CLOUX, Raphael Fontes. O ensino por competências como futuro da educação: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85605-85623, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/19441>. Acesso em: 28 jul. 2021.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Saren Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Trad. Maria João Sara dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 2 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SESu, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 9 maio 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 25 abr. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira**, Lei nº 9.394/96 de 20 dez. de 1996. 1996. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394\\_ldbn1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf). Acesso em: 4 mar. 2023.

BUSS, Cristiano da Silva. Origens, concepções e caminhos para a prática pedagógica interdisciplinar. **Revista Thema**, v. 13, n. 2, p. 68-79, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/355>. Acesso em: 11 mar. 2023.

CARVALHO, José António Brandão; BARBEIRO, Luís Filipe. Reproduzir ou construir conhecimento? Funções da escrita no contexto escolar português. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 54, p. 609-628, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782013000300006>. Acesso em: 23 jan. 2024.

CASTRO, Marize Gelard Reis de; RODRIGUES, Giseli Capaci; CATARINO, Giselle Faur de Castro. As concepções de linguagem e seu impacto no ensino de Ciências. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 22, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/42/as-concepcoes-de-linguagem-e-seu-impacto-no-ensino-de-ciencias>. Acesso em: 17 ago. 2024.

CORDEIRO, Marinês Domingues; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. As Conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 473-514, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n3p473>. Acesso em: 26 jul. 2021.

COSTA, Danilo da; GONÇALVES, João Carlos; CANTINO, Roberta Cristina Gonçalves; MOURA, Rosilene da Silva. Sobre a interdisciplinaridade como conceito. **Revista Coleta Científica**, v. 5, n. 9, p. 119-134, 2021. Disponível em: <http://portalcoleta.com.br/index.php/rcc/article/view/59>. Acesso em: 11 jan. 2023.

CUNHA JÚNIOR, Fernando Rezende da. Atividades de monitoria: uma possibilidade para o desenvolvimento da sala de aula. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 3, p. 681-694, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ep/a/D6PrbKnYnJK7gVSMrknSbkg/?lang=pt>. Acesso em: 21 mar. 2023.

DOURADO, Luiz Fernandes; SIQUEIRA, Romilson Martins. A arte do disfarce: BNCC como gestão e regulação do currículo. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 35, n. 2, p. 291-291, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21573/VOL35N22019.95407>. Acesso em: 7 abr. 2024.

FAGUNDES, João Vitor; ZARA, Kátya Regina de Freitas; OLIVEIRA, Marilu Martens. Identificando obstáculos epistemológicos no ensino de radioatividade. **Revista Valore**, v. 6,

p. 968-979, 2021. Disponível em:  
<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/953>. Acesso em: 26 jul. 2021.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18. ed. Campinas - SP: Papirus, 2012.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade: didática e prática de ensino. **Revista Interdisciplinaridade**, n. 6, p. 9-17, 2015. Disponível em:  
<https://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade/article/view/22623>. Acesso em: 11 jan. 2023.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Sobre a arte ou a estética do ato de pesquisar na educação. *In*: FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (Org.). **A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento**. 9. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007. p. 3-6.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FULBACK, Eleanor. **Beyond anecdotes: the evidence about financial incentives and teacher retention**. Shanker blog, 2012. Disponível em: <http://shenkerblog.org/?p=4729>. Acesso em: 3 jun. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HORTA NETO, João Luiz. **As avaliações externas e seus efeitos sobre as políticas educacionais: uma análise comparada entre a União e os Estados de Minas Gerais e São Paulo**. 2013. 358 f. Tese (Doutorado em Política Social) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e Patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LONGAREZI, Andréa Maturano; ALVES, Tamarisa de Camargo. A psicologia como abordagem formativa: um estudo sobre formação de professores. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 13, n. 1, p. 125-132, 2009. Disponível em:  
<http://www.scielo.br/j/pee/a/MQtR44CcJmpn9sjTqWNhMLf/?lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2023.

MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. Aprendizagem significativa na escola. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 6, n. 3, p. 70-78, 2016.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; CRUZ NETO, Otávio; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 31. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: LF Editorial, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf). Acesso em: 18 abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de; SILVEIRA, Fernando Lang da. Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. **Cadernos de Pesquisa**, n. 40, p. 41-53, 1982. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/1524>. Acesso em: 11 jan. 2023.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; SCARINCI, Anne Louise. O que pensam os professores sobre a função da aula expositiva para a aprendizagem significativa. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, p. 709-721, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ciedu/a/m3Mz8htCYRJHyqpMWMkbnvQ/?lang=pt>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SILVA, Adriana dos Anjos Pereira da. **Ser professora: o trabalho da docência em tempos diferentes de atuação**. 2018. 238 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Taubaté, Taubaté, São Paulo, 2018.

POMBO, Olga. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em Revista**, v. 1, n. 1, p. 3-15, mar. 2005. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/3082/2778>. Acesso em: 11 mar. 2023.

POPKEWITZ, Thomas S. **Reforma Educacional: por uma leitura sociológica – Poder e conhecimento em Educação**. Trad. Beatriz Affonso Neves, Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2021.

SABÓIA, Iratan Bezerra de; AQUINO, Cássio Adriano Braz de; MACIEL, Regina Heloisa Mattei. O contexto de tempo e trabalho do professor universitário brasileiro. **Revista Direitos, Trabalho e Política Social**, v. 10, n. 19, p. 1-34, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56267/RDTPS.V10I19.17089>. Acesso em: 6 jul. 2024.

SANTANA, Marcelo da Fonsêca. **Aprendizagem significativa em David Ausubel e Paulo Freire: regularidades e dispersões**. 2013. 83 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

SERIQUE, Nádia dos Passos. **Interdisciplinaridade e currículo na Educação Básica: produções científicas no Brasil de 2012 a 2016**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Currículo e Gestão da Escola Básica) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; FERREIRA, Marcello. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210339, 2022. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbef/a/GftmMVGdCfWfJMMKpfZkszq/?lang=pt>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SOUZA, Mariana Aranha de; SALGADO, Priscila Aparecida Dias; CHAMON, Edna Maria Querido de Oliveira; FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade e práticas pedagógicas: o que dizem os professores. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 35, n. 1, p. 4-25, jun. 2022. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/22479>. Acesso em: 14 mar. 2023.

TEIXEIRA, Adriana Helena; CAMARGO, Aline Silva; ALVES, Delzimar Prates; CASTELO BRANCO, Georgia Monique Rodrigues; GOMES, Verenna Barbosa; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. Radioatividade: uma lacuna na formação dos licenciandos IQ/UnB. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16; ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10, 2012, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UFBA, 2012. p. 1-1. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7129/4924>. Acesso em: 21 nov. 2022.

VENEU, Aroaldo, FERRAZ, Gleice; REZENDE, Flavia. Análise de discursos no ensino de Ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 126-149, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-211720175170106>. Acesso em: 19 maio 2024.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/04-CCD-151-12.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf). Acesso em: 9 jan. 2023.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Tradução Carlos Henrique Lucas Lima. Porto Alegre: Penso, 2014.

ZABALZA, Miguel Angel. **Diários de aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed. 2004.



## **APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Seu (Sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre “RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”, de responsabilidade dos pesquisadores Me. Manoel Aguiar Neto Filho (doutorando), Dra. Aline Locatelli (orientadora) e Dra. Clóvia M. Mistura (coorientadora). Esta pesquisa justifica-se na tentativa de contribuir para uma melhora no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, de modo que, os mesmos possam levar reflexões para sala de aula no âmbito do estudo da radioatividade e dos desastres radioativos que ocorreram na história da humanidade. Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os alunos se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico. A sua participação na pesquisa consistirá na participação da aplicação (desenvolvimento) de uma UEPS, no qual seu (sua) filho(a) irá participar normalmente das aulas e das atividades propostas que versam sobre o tema radioatividade. Serão realizados registros escritos por parte do professor pesquisador durante o desenvolvimento das atividades da UEPS. Esclarecemos que a participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que serão prestados esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que será possível ter acesso aos dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão utilizadas/transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos envolvidos, garantido portanto o anonimato. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Os possíveis riscos são mínimos, como desconforto ou cansaço psicológico. Caso seja identificado algum sinal de desconforto psicológico proveniente da participação na presente pesquisa, os pesquisadores se comprometem em orientar e/ou encaminhar seu (sua) filho(a) para profissionais especializados na área, ou ainda, suspender a intervenção didática caso seja necessário. Ao participar desta pesquisa, seu (sua) filho(a) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico envolvendo a radioatividade. Seu (sua) filho(a) não terá nenhum tipo de despesa, bem



como nada será pago pela sua participação. Caso ocorra eventual dano comprovadamente decorrente da participação na pesquisa, seu(sua) filho(a) tem o direito de buscar indenização. Os dados relacionados à identificação do(a) seu(sua) filho(a) não serão divulgados e os pesquisadores se comprometem em manter sigilo quanto a identificação. Caso ocorra dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com a pesquisadora Dra. Aline Locatelli por meio do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda que seu(sua) filho(a) participe da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadores: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS ALUNOS**

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre “RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”, de responsabilidade dos (as) pesquisadores (as) Me. Manoel Aguiar Neto Filho (doutoranda) e da Dra. Aline Locatelli (orientadora). Esta pesquisa justifica-se acadêmica e socialmente por sua relevância e novidade. Academicamente, o trabalho justifica-se por aprofundar aspectos importantes da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) na formação inicial e/ou continuada de professores da educação básica, haja visto, que a mesma pode contribuir para uma melhora no ensino-aprendizagem dos estudantes. Socialmente, este trabalho pretende contribuir com a formação inicial e/ou continuada de professores de Ciências da Natureza, de modo que, os mesmos possam levar reflexões para sala de aula no âmbito do estudo da radioatividade e dos desastres radioativos que ocorreram na história da humanidade, possibilitando uma prática mais significativa e crítica a partir do entendimento das implicações dos usos de materiais radioativos, assim como da apropriação de conhecimento obtido ao se aplicar a TAS. Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os alunos se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico e crítico e difundir tal unidade desenvolvida através de um curso de formação de professores. E para atingir tal objetivo tem-se os objetivos específicos: implementar a UEPS no Ensino médio a fim de analisar se os alunos compreendem conceitos básicos de radioatividade e avaliar se os alunos possuem criticidade ao analisar os acidentes radioativos e suas implicações biológicas e sociais e desenvolver um curso de formação de professores de Ciências da Natureza para aplicação da UEPS desenvolvida. A sua participação na pesquisa consistirá na participação da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, no qual você irá participar das aulas e das atividades propostas que versam sobre o tema radioatividade. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão utilizadas/transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins

acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Os possíveis riscos são mínimos, como desconforto ou cansaço psicológico. Caso seja identificado algum sinal de desconforto psicológico proveniente da sua participação na presente pesquisa, as pesquisadoras se comprometem em orientá-lo e encaminhá-lo para profissionais especializados na área, ou ainda, suspender a intervenção caso seja necessário. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação. Caso ocorra eventual dano comprovadamente decorrente da sua participação na pesquisa, você tem o direito de buscar indenização. As suas informações serão gravadas e posteriormente destruídas. Os dados relacionados à sua identificação não serão divulgados e os pesquisadores se comprometem em manter sigilo quanto a sua identificação. Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com a pesquisadora Dra. Aline Locatelli por meio do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadores: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS ALUNOS**

Seus pais ou responsáveis já autorizaram a sua participação na presente pesquisa, e dessa forma estamos lhe convidando a participar da pesquisa sobre “RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”, de responsabilidade dos pesquisadores Me. Manoel Aguiar Neto Filho (doutorando), Dra. Aline Locatelli (orientadora) e Dra. Clóvia M. Mistura (coorientadora). Esta pesquisa justifica-se na tentativa de contribuir para uma melhora no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, de modo que, os mesmos possam levar reflexões para sala de aula no âmbito do estudo da radioatividade e dos desastres radioativos que ocorreram na história da humanidade. Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os alunos se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico. A sua participação na pesquisa consistirá na participação da aplicação (desenvolvimento) de uma UEPS, no qual você irá participar normalmente das aulas e das atividades propostas que versam sobre o tema radioatividade. Serão realizados registros escritos por parte do professor pesquisador durante o desenvolvimento das atividades da UEPS. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que serão prestados esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que será possível ter acesso aos dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão utilizadas/transcritas e não envolverão a identificação do seu nome, garantido portanto o anonimato. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Os possíveis riscos são mínimos, como desconforto ou cansaço psicológico. Caso seja identificado algum sinal de desconforto psicológico proveniente da sua participação na presente pesquisa, os pesquisadores se comprometem em orientar e/ou encaminhar você para profissionais especializados na área, ou ainda, suspender a intervenção didática caso seja necessário. Ao participar desta pesquisa, seu você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico envolvendo a radioatividade. Você não terá

nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação. Caso ocorra eventual dano comprovadamente decorrente da sua participação na pesquisa, você tem o direito de buscar indenização. Os dados relacionados à sua identificação não serão divulgados e os pesquisadores se comprometem em manter sigilo quanto a identificação. Caso ocorra dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com a pesquisadora Dra. Aline Locatelli por meio do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadores: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS PROFESSORES**

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre “RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”, de responsabilidade dos pesquisadores Me. Manoel Aguiar Neto Filho (doutorando), Dra. Aline Locatelli (orientadora) e Dra. Clóvia M. Mistura (coorientadora). Esta pesquisa justifica-se acadêmica e socialmente por sua relevância e novidade. Academicamente, o trabalho justifica-se por aprofundar aspectos importantes da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) na formação inicial e/ou continuada de professores da educação básica, haja visto, que a mesma pode contribuir para uma melhora no ensino-aprendizagem dos estudantes. Socialmente, este trabalho pretende contribuir com a formação inicial e/ou continuada de professores de Ciências da Natureza, de modo que, os mesmos possam levar reflexões para sala de aula no âmbito do estudo da radioatividade e dos desastres radioativos que ocorreram na história da humanidade, possibilitando uma prática mais significativa e crítica a partir do entendimento das implicações dos usos de materiais radioativos, assim como da apropriação de conhecimento obtido ao se aplicar a TAS. Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os alunos se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico e crítico e difundir tal unidade desenvolvida através de um curso de formação de professores. E para atingir tal objetivo tem-se os objetivos específicos: implementar a UEPS no Ensino médio a fim de analisar se os alunos compreendem conceitos básicos de radioatividade e avaliar se os alunos possuem criticidade ao analisar os acidentes radioativos e suas implicações biológicas e sociais e desenvolver um curso de formação de professores de Ciências da Natureza para aplicação da UEPS desenvolvida. A sua participação na pesquisa consistirá na participação da implementação (aplicação) de uma etapa da UEPS na disciplina que você atua como professor (Inglês, Língua Portuguesa, História ou Biologia). Você também irá responder a uma entrevista semiestrutura que versam sobre o conteúdo da UEPS e do processo de intervenção didática realizado por você. A entrevista terá duração de 20 minutos e será realizada ao final da intervenção em local e horário previamente agendado com você. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá

esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão utilizadas/transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Os possíveis riscos são mínimos, como desconforto ou cansaço psicológico. Caso seja identificado algum sinal de desconforto psicológico proveniente da sua participação na presente pesquisa, as pesquisadoras se comprometem em orientá-lo e encaminhá-lo para profissionais especializados na área, ou ainda, suspender a intervenção caso seja necessário. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação. Caso ocorra eventual dano comprovadamente decorrente da sua participação na pesquisa, você tem o direito de buscar indenização. As suas informações serão gravadas e posteriormente destruídas. Os dados relacionados à sua identificação não serão divulgados e os pesquisadores se comprometem em manter sigilo quanto a sua identificação. Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com a pesquisadora Dra. Aline Locatelli por meio do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadores: \_\_\_\_\_



## **APÊNDICE E - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES**

### **ROTEIRO DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES**

#### **1) Identificação**

Qual é sua formação?

Em que ano se formou?

Quais disciplinas você ministra?

Comente sobre sua experiência profissional.

#### **2) Sobre a teoria da aprendizagem significativa**

Você já conhecia a teoria da aprendizagem significativa?

Se sim, já trabalhou nesta vertente?

#### **3) Sobre a interdisciplinaridade**

Você considera importante o trabalho interdisciplinar?

Você tem costume de trabalhar de maneira interdisciplinar?

Quais benefícios você percebe no trabalho interdisciplinar?

Quais as principais dificuldades em trabalhar de maneira interdisciplinar?

#### **4) Sobre o material utilizado em sala de aula**

Você considera que o material foi bem estruturado?

Você conseguiu vislumbrar nos alunos indícios de associação do tema que estava trabalhando com outros temas vistos em outras disciplinas?

Qual foi a metodologia utilizada para trabalhar os textos?

Qual foi a metodologia utilizada para trabalhar os vídeos?

Qual foi a metodologia utilizada para trabalhar os exercícios?

Você considera que os exercícios foram pertinentes de acordo com o assunto que estava sendo abordado?

Você possui alguma sugestão de adequação do texto e/ou dos exercícios? Em caso afirmativo, quais?

## **APÊNDICE F - TCLE PARA OS PROFESSORES PARTICIPANTES DO CURSO**

### **TCLE PARA OS PROFESSORES PARTICIPANTES DO CURSO**

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre “RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”, de responsabilidade dos pesquisadores Me. Manoel Aguiar Neto Filho (doutorando), Dra. Aline Locatelli (orientadora) e Dra. Clóvia M. Mistura (coorientadora). Esta pesquisa justifica-se acadêmica e socialmente por sua relevância e novidade. Academicamente, o trabalho justifica-se por aprofundar aspectos importantes da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) na formação inicial e/ou continuada de professores da educação básica, haja visto, que a mesma pode contribuir para uma melhora no ensino-aprendizagem dos estudantes. Socialmente, este trabalho pretende contribuir com a formação inicial e/ou continuada de professores de Ciências da Natureza, de modo que, os mesmos possam levar reflexões para sala de aula no âmbito do estudo da radioatividade e dos desastres radioativos que ocorreram na história da humanidade, possibilitando uma prática mais significativa e crítica a partir do entendimento das implicações dos usos de materiais radioativos, assim como da apropriação de conhecimento obtido ao se aplicar a TAS. Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os alunos se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico e crítico e difundir tal unidade desenvolvida através de um curso de formação de professores. E para atingir tal objetivo tem-se os objetivos específicos: implementar a UEPS no Ensino médio a fim de analisar se os alunos compreendem conceitos básicos de radioatividade e avaliar se os alunos possuem criticidade ao analisar os acidentes radioativos e suas implicações biológicas e sociais e desenvolver um curso de formação de professores de Ciências da Natureza para aplicação da UEPS desenvolvida. A sua participação na pesquisa consistirá na participação de um curso de formação de professores que abordará a TAS, assim como uma proposta de UEPS para ser aplicada na sala de aula em que você atua como professor de Química. Você também irá responder questionários que versam sobre o conteúdo do curso e do processo de intervenção didática a ser realizado por você. Ao longo do desenvolvimento do curso serão realizados registros por parte do pesquisador em um diário de bordo. Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que

receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão utilizadas/transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Os possíveis riscos são mínimos, como desconforto ou cansaço psicológico. Caso seja identificado algum sinal de desconforto psicológico proveniente da sua participação na presente pesquisa, as pesquisadoras se comprometem em orientá-lo e encaminhá-lo para profissionais especializados na área, ou ainda, suspender a intervenção caso seja necessário. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação. Caso ocorra eventual dano comprovadamente decorrente da sua participação na pesquisa, você tem o direito de buscar indenização. As suas informações serão gravadas e posteriormente destruídas. Os dados relacionados à sua identificação não serão divulgados e os pesquisadores se comprometem em manter sigilo quanto a sua identificação. Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com a pesquisadora Dra. Aline Locatelli por meio do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadores: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO PRÉ-CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES**

### **Identificação dos cursistas**

1. Qual seu nome?
2. Qual sua formação?
  - a) Licenciatura em Química
  - b) Licenciatura em Ciências Biológicas
  - c) outra, qual?
3. Qual o maior grau de instrução que possui?
  - a) Graduação
  - b) Especialização latu-sensu
  - c) Mestrado
  - d) Doutorado

### **Sobre o referencial teórico**

4. Você conhece a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel?
  - a) sim
  - b) não
  - c) já ouvi falar mas não domino o assunto
5. Você conhece a Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) proposta por Moreira?
  - a) sim
  - b) não
  - c) já ouvi falar mas não domino o assunto
6. A BNCC estabelece competência e habilidades para o ensino de Ciências da Natureza no ensino médio. Para você é clara a diferença entre competência e habilidade?
  - a) sim
  - b) não
7. Você considera importante o trabalho interdisciplinar?
  - a) sim

b) não

c) as vezes

8. Com que frequência você costuma planejar e trabalhar de maneira interdisciplinar com outros professores?

a) sempre

b) as vezes

c) raramente

d) nunca

9. Qual (is) a (s) principal (is) dificuldade (s) que você percebe em trabalhar de maneira interdisciplinar?

a) falta de material que conectem os componentes curriculares

b) falta de tempo para planejar coletivamente

c) falta de engajamento dos colegas de trabalho

d) falta de abertura da equipe pedagógica e gestora

e) desmotivação no ambiente escolar

f) falta de recursos audiovisuais na escola

g) falta de materiais pedagógicos solicitados

h) outro, qual?

## **APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO SOBRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)**

1. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, qual é o foco central da aprendizagem?
  - a) Repetição mecânica.
  - b) Associação aleatória.
  - c) Integração com o conhecimento prévio. (Resposta correta)
  - d) Aprendizagem por associação
  
2. Qual é o papel dos subsunçores na aprendizagem significativa?
  - a) Impedir a relação com o conhecimento prévio.
  - b) Facilitar a conexão entre novas informações e conhecimento prévio. (Resposta correta)
  - c) Isolar informações em compartimentos distintos.
  - d) Estimular a memorização passiva.
  
3. O que são os organizadores prévios na teoria da aprendizagem significativa?
  - a) Ferramentas de avaliação
  - b) Estratégias de memorização
  - c) Conceitos-chave que preparam o terreno para a assimilação de novos conteúdos (Resposta correta)
  - d) Atividades recreativas
  
4. A diferenciação progressiva envolve:
  - a) Apresentar informações de maneira confusa e complexa
  - b) Introduzir informações de forma gradual e crescentemente complexa, relacionando-se com conhecimentos prévios (Resposta correta)
  - c) Ignorar a interconexão entre os conceitos
  - d) Ressaltar apenas as similaridades entre os conceitos
  
5. O professor Rafael acredita que os alunos aprendem melhor quando são incentivados a explorar tópicos de interesse e a compartilhar suas descobertas com os colegas. Ele cria um ambiente de aprendizagem colaborativo, onde os alunos desempenham um papel ativo na construção do conhecimento. Qual é o papel do professor Rafael nesse processo?

- a) Transmitir informações isoladas.
- b) Fomentar a competição entre os alunos.
- c) Facilitar a conexão entre novos conceitos e conhecimento prévio. (Resposta correta)
- d) Impedir o acesso dos alunos a recursos externos.

6. O papel da escola na promoção da aprendizagem significativa envolve:

- a) Isolar disciplinas e evitar conexões.
- b) Fornecer informações isoladas em cada matéria.
- c) Criar ambientes que incentivem a interconexão de conceitos e aplicação prática. (Resposta correta)
- d) Impedir a interação entre alunos para evitar confusão.

7. Quais são as vantagens da aprendizagem significativa em comparação com a memorização mecânica?

- a) Maior rapidez na assimilação de informações
- b) Melhor retenção de informações a longo prazo (Resposta correta)
- c) Menor esforço cognitivo
- d) Redução da necessidade de compreensão profunda

8. Qual é o objetivo dos organizadores prévios na aprendizagem significativa?

- a) Sobrecarregar os alunos com informações complexas.
- b) Ativar os subsunçores de maneira aleatória.
- c) Facilitar a conexão entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios, tornando a aprendizagem mais significativa (Resposta correta)
- d) Desestimular a participação ativa dos alunos.

9. A professora Ana está ensinando sobre ácidos e bases na aula de química. Ela começa explicando as definições básicas de ácidos e bases e, em seguida, explora a escala de pH e a importância dessas substâncias na vida cotidiana, como a regulação do pH sanguíneo. Qual abordagem de ensino a professora Ana está utilizando?

- a) Aprendizagem isolada.
- b) Diferenciação progressiva. (Resposta correta)
- c) Aprendizagem por descoberta.
- d) Memorização passiva.



10. Carla, estudante de química, aprende sobre a estrutura do átomo em sua aula. Ela relaciona os elétrons orbitando em torno do núcleo com a imagem de planetas orbitando o sol. Esse processo de vincular novos conceitos a estruturas já existentes em sua mente é conhecido como:

a) Subsunções. (Resposta correta)

b) Diferenciação progressiva.

c) Associação aleatória.

d) Aprendizagem receptiva.

## APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE

1. O que é interdisciplinaridade?

- a) A separação rígida entre as disciplinas
- b) A fusão completa de todas as disciplinas
- c) A colaboração e integração entre diferentes disciplinas (Resposta correta)
- d) A competição entre áreas de conhecimento

2. Um projeto interdisciplinar bem-sucedido requer:

- a) Isolamento do conhecimento.
- b) Limitação das perspectivas.
- c) Colaboração ativa entre professores de diferentes áreas. (Resposta correta)
- d) Restrição estrita aos limites disciplinares.

3. Por que a interdisciplinaridade é importante na educação?

- a) Para reforçar a hierarquia entre as disciplinas
- b) Para fragmentar o conhecimento em compartimentos estanques
- c) Para promover a compreensão profunda dos temas e abordar problemas complexos (Resposta correta)
- d) Para eliminar a diversidade de perspectivas

4. Em um projeto de pesquisa interdisciplinar sobre os efeitos das mudanças climáticas nas populações de aves migratórias, os professores de biologia, matemática e sociologia trabalham juntos. Eles coletam dados biológicos, aplicam métodos estatísticos para análise e exploram as implicações sociais das descobertas. Qual é a vantagem de tal abordagem em comparação com a instrução tradicional?

- a) Fornecer informações detalhadas em uma única disciplina.
- b) Ignorar as contribuições de diferentes áreas.
- c) Proporcionar uma compreensão mais profunda e contextualizada do problema. (Resposta correta)
- d) Promover a competição entre as disciplinas.

5. Qual é um benefício da abordagem interdisciplinar em sala de aula?

- a) Restrição da compreensão a uma única perspectiva

- b) Redução da complexidade dos temas
- c) Ampliação da visão dos alunos sobre os conteúdos e estímulo ao pensamento crítico (Resposta correta)
- d) Eliminação da diversidade de abordagens

6. Como a interdisciplinaridade pode preparar os alunos para enfrentar desafios do mundo real?

- a) Isolando os conhecimentos disciplinares
- b) Focando apenas na memorização de fatos
- c) Promovendo a compreensão de problemas complexos e a busca por soluções integradas (Resposta correta)
- d) Reforçando as barreiras entre as disciplinas

7. Qual é a principal diferença entre abordar conteúdos de forma multidisciplinar e de forma interdisciplinar?

- a) Na multidisciplinaridade, as disciplinas não têm relação entre si; na interdisciplinaridade, elas se integram para explorar um tema de maneira mais completa (Resposta correta)
- b) Ambas abordam os conteúdos da mesma maneira
- c) Na interdisciplinaridade, as disciplinas competem entre si; na multidisciplinaridade, elas trabalham juntas
- d) A interdisciplinaridade não envolve a colaboração entre diferentes áreas de conhecimento

8. Qual é o papel do professor na abordagem interdisciplinar em sala de aula?

- a) Isolar os saberes disciplinares e evitar conexões
- b) Limitar os alunos a uma única perspectiva sobre os conteúdos
- c) Facilitar a colaboração entre diferentes disciplinas e incentivar os alunos a explorar temas de maneira integrada (Resposta correta)
- d) Focar exclusivamente em uma única disciplina, ignorando as demais

9. A interdisciplinaridade em sala de aula é importante porque:

- a) Promove a competição entre as disciplinas
- b) Isola os saberes em compartimentos estanques
- c) Permite uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conteúdos, preparando os alunos para lidar com problemas do mundo real (Resposta correta)
- d) Foca exclusivamente em uma única perspectiva sobre os temas

10. Quais são os desafios comuns enfrentados no trabalho interdisciplinar?

- a) Falta de diversidade de perspectivas e falta de criatividade.
- b) Comunicação inadequada e falta de integração de conhecimento. (Resposta correta)
- c) Conflitos entre disciplinas e resistência à colaboração.
- d) Rápido progresso na solução de problemas sem desafios significativos.

## **APÊNDICE J - QUESTIONÁRIO DISCURSIVO PÓS-CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES**

1. Você encontrou algum erro nos exercícios ou comentários dos mesmos? Em caso afirmativo, por favor descreva o erro e a página.
2. Você encontrou algum erro de diagramação do material? Em caso afirmativo, por favor descreva o erro e a página.
3. Você achou pertinente os vídeos apresentados no material? Em caso negativo para algum (ns) vídeo (s), por favor insira uma sugestão de substituição com o link do youtube.
4. Caso tenha utilizado alguma metodologia diferente das propostas, descreva-a e indique em qual momento da aplicação do material ela foi utilizada.
5. Caso tenha proposto uma atividade colaborativa diferente das propostas, descreva-a e indique em qual momento da aplicação do material ela foi utilizada.
6. Descreva qualquer outra modificação que você realizou na implementação do material e indique os momentos em que elas foram realizadas.
7. Comente sobre os desafios na implementação da proposta interdisciplinar em sua realidade escolar: dialogo com os professores, impressão de material, aceitação dos alunos, aceitação da equipe gestora/coordenação, etc.
8. Comente sobre os benefícios observados na implementação da proposta interdisciplinar em sua realidade escolar: engajamento dos alunos, facilidade em preparar as aulas, aspecto geral do material, etc.

## ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE DE PASSO  
FUNDO/ VICE-REITORIA DE  
PESQUISA E PÓS-  
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

**Pesquisador:** Aline Locatelli

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 65355522.8.0000.5342

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.799.954

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo qualitativo que toma por questionamento: De que forma os acidentes radioativos podem contribuir para um ensino de radioatividade mais significativo, sem deixar de fora seus conceitos fundamentais e leis? Para tal pretende-se desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os estudantes se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico e crítico. A UEPS será desenvolvida na forma de um material didático (produto educacional) que está vinculado ao presente projeto de tese de doutorado. Nesse sentido, será realizado um estudo de viabilidade com a UEPS proposta, em um primeiro momento, com alguns professores e estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual de Ensino Médio e Fundamental da cidade de Rio Verde/GO. Em um segundo momento, será desenvolvido um curso de formação de professores de Química do Ensino Médio para a disseminação da UEPS desenvolvida. O curso se dará de forma on-line remota síncrona por meio do google meet. A coleta de dados ocorrerá mediante a utilização de instrumentos como: questionários, entrevistas semiestruturadas e diário de bordo do professor pesquisador. A análise de dados se dará por meio da análise de conteúdo de Bardin (2004).

**Endereço:** BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

**Bairro:** São José

**CEP:** 99.052-900

**UF:** RS

**Município:** PASSO FUNDO

**Telefone:** (54)3316-8157

**E-mail:** cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO  
FUNDO/ VICE-REITORIA DE  
PESQUISA E PÓS-  
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 5.799.954

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os alunos se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico e crítico.

**Objetivo Secundário:**

• Implementar a UEPS no Ensino médio a fim de analisar se os estudantes do 3º ano compreendem conceitos básicos de radioatividade e se eles possuem criticidade ao analisar os acidentes radioativos e suas implicações biológicas e sociais. • Desenvolver um curso de formação de professores de Ciências da Natureza para implementação da UEPS desenvolvida.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

A participação nesta pesquisa traz possíveis riscos que são mínimos, como desconforto ou cansaço psicológico. Caso seja identificado algum sinal de desconforto psicológico da participação dos sujeitos envolvidos na presente pesquisa, as pesquisadoras se comprometem em orientar e encaminhar os participantes para os profissionais especializados na área, ou ainda, suspender a intervenção caso seja necessário.

**Benefícios:**

Ao participar desta pesquisa, os sujeitos não terão nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de ensino e aprendizagem envolvendo o conteúdo de radioatividade por meio de uma UEPS.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de um estudo qualitativo que toma por questionamento: De que forma os acidentes radioativos podem contribuir para um ensino de radioatividade mais significativo, sem deixar de fora seus conceitos fundamentais e leis? Para tal pretende-se desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que associe os acidentes radioativos com as aulas de Química no Ensino Médio, a fim de propiciar um entendimento amplo e crítico sobre radioatividade, de modo que os estudantes se tornem protagonistas de seu aprendizado a partir de um olhar técnico e crítico. A UEPS será desenvolvida na forma de um material didático (produto educacional) que está vinculado ao presente projeto de tese de doutorado. Nesse sentido, será realizado um estudo de viabilidade com a UEPS proposta, em um primeiro momento, com alguns professores (Inglês,

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo  
Bairro: São José CEP: 99.052-900  
UF: RS Município: PASSO FUNDO  
Telefone: (54)3316-8157

E-mail: cep@upf.br



**UNIVERSIDADE DE PASSO  
FUNDO/ VICE-REITORIA DE  
PESQUISA E PÓS-  
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF**



Continuação do Parecer: 5.799.954

Língua Portuguesa, História e Biologia) e os estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual de Ensino Médio e Fundamental da cidade de Rio Verde/GO. Em um segundo momento, será desenvolvido um curso de formação de professores de Química do Ensino Médio para a disseminação da UEPS desenvolvida. O curso se dará de forma on-line remota síncrona por meio do google meet. A coleta de dados ocorrerá mediante a utilização de instrumentos como: questionários, entrevistas semiestruturadas e diário de bordo do professor pesquisador. A análise de dados se dará por meio da análise de conteúdo de Bardin (2004).

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Vide conclusões e pendências.

**Recomendações:**

Após o término da pesquisa, o CEP UPF solicita: a) A devolução dos resultados do estudo aos sujeitos da pesquisa ou a instituição que forneceu os dados; b) Enviar o relatório final da pesquisa, pela plataforma, utilizando a opção, no final da página "Enviar Notificação" + relatório final.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução n. 466/12, do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2053682.pdf	21/11/2022 20:23:54		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_professores_curso.doc	21/11/2022 20:23:09	Aline Locatelli	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_OK.pdf	21/11/2022 20:22:15	Aline Locatelli	Aceito
Declaração de Pesquisadores	pesquisa_n_iniciada.pdf	21/11/2022 16:03:12	Aline Locatelli	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_escola.pdf	21/11/2022 16:02:50	Aline Locatelli	Aceito

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo  
Bairro: São José CEP: 99.052-900  
UF: RS Município: PASSO FUNDO  
Telefone: (54)3316-8157

E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO  
FUNDO/ VICE-REITORIA DE  
PESQUISA E PÓS-  
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 5.799.954

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	20/11/2022 16:42:21	Aline Locatelli	Aceito
Outros	TCLE_pais_dos_alunos.doc	20/11/2022 16:32:29	Aline Locatelli	Aceito
Outros	TALE_alunos.doc	20/11/2022 16:32:05	Aline Locatelli	Aceito
Outros	TCLE_professores_estudo_viabilidade.doc	20/11/2022 16:31:35	Aline Locatelli	Aceito
Outros	produto_educacional.pdf	20/11/2022 15:43:45	Aline Locatelli	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado



**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PASSO FUNDO, 07 de Dezembro de 2022

Assinado por:  
Felipe Cittolin Abal  
(Coordenador(a))

## ANEXO B - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE


	Coordenação Regional de Educação De Rio Verde	<b>SEDUC</b> Secretaria de Estado da Educação	Governo de <b>GOIÁS</b>	
---	---	---	----------------------------	---

**COLÉGIO ESTADUAL “MANOEL AYRES”**  
Lei de Criação n. 9.997 de 14-01-86 | Lei de Denominação nº 16.806 de 26/11/09  
Credencia e Renova Autorização do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano)  
e Ensino Médio Resolução CEE/CP nº 04/2021

**DECLARAÇÃO DE CIÊNCIA E CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA**

Eu Huainer Vieira Beirigo, diretor do Colégio Estadual “Manoel Ayres”, estou ciente e autorizo o discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM da Universidade de Passo Fundo, doutorando **Ms. Manoel Aguiar Neto Filho**, sob orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli e coorientação da Prof. Dra. Clóvia Marozzin Mistura, a realizar a pesquisa intitulada “RADIOATIVIDADE NAS PREMISSAS DE UMA UEPS: CONTRIBUIÇÕES DE UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”.

Rio Verde, 18 de novembro de 2022.

  
Diretor Huainer Vieira Beirigo  
**Huainer Vieira Beirigo**  
DIRETOR  
Portaria n.3203/2022