



**PPGECM**

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Sérgio Luiz de Oliveira

O ENSINO DE RADIOATIVIDADE POR MEIO DE  
UMA UEPS INTERCEDIDA PELAS  
TECNOLOGIAS DIGITAIS

Passo Fundo

2023

Sérgio Luiz de Oliveira

O ENSINO DE RADIOATIVIDADE POR MEIO DE  
UMA UEPS INTERCEDIDA PELAS  
TECNOLOGIAS DIGITAIS

Dissertação 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 dentro do Projeto de Cooperação entre Instituições – PCI, entre a Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da professora Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2023

CIP – Catalogação na Publicação

---

O48e Oliveira, Sérgio Luiz de  
O ensino de radioatividade por meio de uma UEPS interce-  
dida pelas tecnologias digitais [recurso eletrônico] /Sérgio Luiz  
de Oliveira. – 2023.  
1.47 MB ; PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Locatelli.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e  
Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2023.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino.  
2. Tecnologia da informação. 3. Radioatividade.  
4. Aprendizagem significativa. I. Locatelli, Aline, ori-  
entadora. II. Título.

CDU: 372.854

Sérgio Luiz de Oliveira

O Ensino de Radioatividade por meio de uma UEPS  
intercedida pelas Tecnologias Digitais

A banca examinadora abaixo, aprova em 21 de dezembro de 2023, a Dissertação 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 Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Práticas Educativas em Ensino de Ciências e Matemática.

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

Dra. Eniz Conceição Oliveira  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Dra. Alana Neto Zoch  
Universidade de Passo Fundo - UPF

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a DEUS, por me proporcionar a oportunidade desse estudo e me sustentar nas horas difíceis.

A minha esposa Renata, meus filhos: Luiz Eduardo, Guilherme e Leticia, agradeço pelo incentivo, compreensão e suporte durante todo o período do mestrado. Suas palavras de encorajamento foram essenciais para superar os desafios ao longo do caminho.

Expresso minha sincera gratidão a minha Orientadora Dra. Aline Locatelli, pela orientação sábia, paciência e apoio constante ao longo desse trabalho. Sua expertise e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço à banca examinadora, composta pela Dra. Alana Neto Zoch, Dra. Eniz Conceição Oliveira e Dra. Aline Locatelli, pelas valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Aos professores, cujo comprometimento com a excelência serviu de inspiração constante, agradeço por sua dedicação e pela transmissão do conhecimento que moldou minha perspectiva durante esse período.

Aos meus colegas de mestrado, Antônio Flávio Vila Real e a Simônia Pereira da Silva, expresso minha sincera gratidão pela colaboração constante, amizade sincera e pelo impacto positivo que tiveram em minha jornada acadêmica. Ambos tornaram os dias de estudos mais leves, as dificuldades superáveis. Agradeço sinceramente pela amizade verdadeira.

Agradeço também a todos os estudantes participantes deste estudo, cuja colaboração e disposição foram indispensáveis para a coleta de dados.

Ao governo do Estado de Rondônia e a Secretaria Estadual de Educação, pela iniciativa de financiamento do curso.

Por último, dedico essa obra aos meus pais, Luiz de Oliveira e Vanilda de Oliveira, em memória, pelo amor incondicional e apoio ao longo da minha vida. Agradeço por moldarem a pessoa que sou hoje, e por serem fonte eterna de inspiração em minha jornada.

## RESUMO

Com o advento do novo milênio, o uso das tecnologias digitais, cada vez mais presente no cotidiano humano, tem impulsionado profundas modificações culturais à sociedade contemporânea. Os avanços tecnológicos que se atualizam quase que diariamente não têm chegado com a mesma agilidade às instituições de ensino. Nesse sentido, o ensino tradicional se tornou pouco atrativo para os estudantes, cabendo, assim, ao professor inserir as tecnologias digitais à sua prática docente como potencializador da aprendizagem, transformando essas ferramentas como aliadas ao processo de ensino-aprendizagem. Nesta perspectiva, entende-se que seja possível desenvolver o ensino de Química em uma conjuntura bem atual e contextualizada, tornando-se mais atrativa e promotora do protagonismo do estudante. Dessa forma, a presente pesquisa foi norteada pelo seguinte questionamento: *Quais as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, associada a tecnologias digitais e intermediada por elas, no ensino de radioatividade no Ensino Médio?* Para averiguar a pertinência da UEPS foi desenvolvido um estudo baseado em uma pesquisa de caráter qualitativo, buscando analisar instrumentos de coletas como: “diário de bordo”, atividades e materiais desenvolvidas pelos estudantes durante a implementação da proposta didática. Buscaram-se elementos que possam evidenciar um progresso cognitivo com indícios de aprendizagem significativa. A implementação da proposta de aplicação do produto educacional foi desenvolvida com alunos do segundo ano do Ensino Médio nas dependências da Escola Estadual de Ensino Fundamental e médio Plácido de Castro, situada na cidade de Jaru, Estado de Rondônia. Para a aplicação da presente UEPS foram necessárias 15 horas/aulas estruturadas em três encontros semanais. Os resultados apontaram que o estudo da Radioatividade sistematizada, sob a forma de UEPS, mediadas pelas TICs, revelou-se uma boa abordagem de ensino, proporcionando aos estudantes uma aprendizagem significativa, tornando as aulas mais participativas e envolventes. A presente UEPS, que se trata do produto educacional vinculado à presente dissertação de mestrado, foi desenvolvida a fim de fornecer ao professor de Química da Educação Básica recursos que possam auxiliá-lo na promoção de um ensino-aprendizagem mais significativo, bem estruturado, apresentado como um compilado de atividades com enfoque nas TICs, visto que no momento atual da educação, é indiscutível a necessidade de discussões que explorem metodologias que relacionem o ensino escolar com a realidade vivenciada pelo discente. O produto educacional intitulado “Radioatividade, uma UEPS intercedida pelas Tecnologias digitais” está disponível de forma livre e gratuita no site do programa, no portal dos produtos educacionais do PPGECEM e no portal EduCapes no link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/742419>.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Produto Educacional. Material didático. Tecnologias da Informação e Comunicação.

## ABSTRACT

With the advent of the new millennium, the use of digital technologies, increasingly present in human daily life, has driven profound cultural changes in contemporary society, technological advances that, updated almost daily, have not reached institutions with the same agility. of teaching, in this sense, traditional teaching has become unattractive for students, so it is up to the teacher to insert digital technologies into their teaching practice as a learning enhancer, transforming these tools as an ally in the teaching-learning process. From this perspective, it is understood that it is possible to develop Chemistry teaching in a very current and contextualized situation, becoming more attractive and promoting student protagonism. In this sense, this research was guided by the following question: What are the contributions of a Potentially Significant Teaching Unit (PSTU) associated and mediated by digital technologies, in the teaching of Radioactivity in high school? To investigate the relevance of PSTU, a study was developed based on qualitative research, seeking to analyze collection instruments such as: logbook, activities and materials developed by students during the implementation of the didactic proposal, looking for elements that could highlight a cognitive progress with signs of significant learning. The implementation of the proposal, application of the educational product, was developed with second year high school students on the premises of the State primary and secondary school Plácido de Castro located in the city of Jaru, State of Rondônia. To apply this PSTU, 15 hours of structured classes were required in three weekly meetings. The results showed that the study of Systematized Radioactivity in the form of PSTU mediated by ICTs proved to be a good teaching approach, providing students with meaningful learning, making classes more participatory and engaging. This PSTU, which is the educational product linked to this master's thesis, was developed in order to provide the basic education Chemistry teacher with resources that can assist him in promoting a more meaningful, well-structured teaching-learning presented as a compiled of activities focusing on ICTs, given that at the current moment in education, there is an indisputable need for discussions that explore methodologies that relate school teaching to the reality experienced by the student. The educational product entitled "Radioactivity, a PSTU interceded by digital Technologies" is freely available on the program website, on the PPGECM educational products portal and on the EduCapes portal at the link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/742419>.

**Keywords:** Chemistry Teaching. Educational Product. Courseware. Information and Communication Technologies.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios norteadores na sistematização de uma UEPS .....	17
Quadro 2 - <i>Corpus</i> do estudo.....	25
Quadro 3 - Comparativo dos trabalhos analisados .....	32
Quadro 4 - Sistematização da UEPS .....	37
Quadro 5 - Modelo de preenchimento da atividade de pesquisa.....	78
Quadro 6 - Atividade de pesquisa dos radiofármacos feita pelos estudantes .....	80

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escola de aplicação do Produto.....	35
Figura 2 - Vista aérea da escola de aplicação do produto .....	37
Figura 3 - Capa do produto educacional.....	38
Figura 4 - Recorte do vídeo <i>Heróis da Humanidade – Marie Curie</i> .....	39
Figura 5 - Questionário na plataforma <i>Typeform</i> .....	40
Figura 6 - Recorte do documentário <i>Chernobyl: A História Completa</i> .....	41
Figura 7 - Recorte do simulador – decaimento alfa.....	42
Figura 8 - Recortes de tela da atividade no <i>Kahoot</i> .....	43
Figura 9 - Cenas de Fragmentos da Reportagem: <i>Chernobyl 30 Anos</i> .....	44
Figura 10 - Recorte de tela do Software <i>Radiation Lab</i> .....	45
Figura 11 - Recortes de tela do vídeo “ <i>A importância da medicina Nuclear</i> ” .....	46
Figura 12 - Nuvem de palavras formada com conceitos subsunçores.....	52
Figura 13 - Cenas dos fragmentos de Heróis da Humanidade – Marie Curie .....	54
Figura 14 - Gráfico com alguns conhecimentos prévios dos estudantes.....	58
Figura 15 - Argumento pró-usinas 01 apresentado pelos estudantes – grupo 01 .....	61
Figura 16 - Argumento pró-usinas 02 apresentado pelos estudantes – grupo 02 .....	62
Figura 17 - Argumento pró-usinas 03 apresentados pelos estudantes – grupo 03 .....	62
Figura 18 - Argumento contra usinas 01 apresentado pelos estudantes – grupo 04.....	62
Figura 19 - Argumento contra usinas 02 apresentado pelos estudantes – grupo 05.....	63
Figura 20 - Argumento contra usinas 03 apresentado pelos estudantes – grupo 06.....	64
Figura 21 - Projeção do Kahoot® no quadro .....	68
Figura 22 - Competividade da ferramenta Kahoot® .....	69
Figura 23 - Gráfico de rendimento da atividade.....	70
Figura 24 - Exibição do documentário Chernobyl 30 Anos.....	71
Figura 25 - Alunos desenvolvendo atividade pelo Kahoot® .....	72
Figura 26 - Estudantes explorando a ferramenta <i>Radiation Lab</i> .....	73
Figura 27 - Aluno manuseando o Laboratório virtual .....	74
Figura 28 - Gráficos de decaimento produzido pelos estudantes .....	75
Figura 29 - Exibição do documentário: “ <i>A Importância da Medicina Nuclear</i> ”.....	77
Figura 30 - Momento de alocação dos papéis no Júri Simulado .....	83
Figura 31 - Momentos iniciais do Júri Simulado .....	84
Figura 32 - Fragmentos de Slides produzidos e apresentado pelos estudantes .....	85
Figura 33 - Argumentações da defesa no Júri Simulado .....	86

## **LISTA DE SIGLAS**

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EEEFM	Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UPF	Universidade de Passo Fundo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>APORTE TEÓRICO E ESTUDOS RELACIONADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>A Teoria da Aprendizagem Significativa .....</b>	<b>14</b>
2.1.1	<i>As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas .....</i>	<i>17</i>
<b>2.2</b>	<b>O Ensino de Química por meio das TICs .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Os estudos relacionados .....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>O PRODUTO EDUCACIONAL E SUA IMPLEMENTAÇÃO NA ESCOLA.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Lócus da aplicação da UEPS e público alvo .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Uma UEPS como produto educacional.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>A descrição dos encontros .....</b>	<b>39</b>
3.3.1	<i>Levantamento dos Conhecimentos Prévios .....</i>	<i>39</i>
3.3.2	<i>Situação – problema I.....</i>	<i>40</i>
3.3.3	<i>Diferenciação progressiva.....</i>	<i>41</i>
3.3.4	<i>Situação-problema de maior complexidade .....</i>	<i>43</i>
3.3.5	<i>Reconciliação integradora .....</i>	<i>46</i>
3.3.6	<i>Avaliação da Aprendizagem.....</i>	<i>46</i>
<b>4</b>	<b>A PESQUISA .....</b>	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2</b>	<b>Os instrumentos para produção de dados e sua análise.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados alcançados .....</b>	<b>50</b>
4.3.1	<i>Conhecimentos Prévios .....</i>	<i>50</i>
4.3.2	<i>Situações-Problema.....</i>	<i>59</i>
4.3.3	<i>Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora .....</i>	<i>66</i>
4.3.4	<i>Avaliação da Aprendizagem.....</i>	<i>80</i>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>89</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE A - Autorização da escola.....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE D - Questões sobre radioatividade .....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE E - Questões sobre decaimento radioativo .....</b>	<b>102</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Após aproximadamente dez anos de trabalho em uma farmácia hospitalar e estando em contato diariamente com fórmulas e compostos medicinais, fui estimulado a buscar mais conhecimentos na área de Química, para que assim, pudéssemos obter mais formação continuada e, conseqüentemente, mais oportunidade no mercado de trabalho. Após ingresso na vida acadêmica no curso de Ciências Biológicas, aproveitei mais essa oportunidade para o crescimento pessoal, sendo aprovado, no último ano, em concurso público para a carreira docente. No decorrer da vida profissional, lecionando aulas de Química, sempre me empenhamos em amenizar as dificuldades demonstradas pelos estudantes em relação à disciplina. Assim, na busca por constantes melhorias no processo de ensino-aprendizagem, ingressei em uma segunda licenciatura, agora em Química, sempre almejando incessantemente o aperfeiçoamento do saber pessoal e profissional.

É comum os estudantes afirmarem que não aprendem Química devido à distância dos conteúdos ensinados quando relacionados ao cotidiano vivenciados por eles, tornando-se uma disciplina desinteressante e desmotivadora para o seu aprendizado. É notório que as condições das instituições de ensino público privilegiam o ensino de Química na Educação Básica em formato tradicional, sendo repleto de representações que favorecem a memorização em detrimento do aprendizado. Com base nos postulados de Chassot (2004, p. 29) a prática em um modelo tradicional leva a um ensino desinteressante e sem sentido para o aluno. Nesse sentido, convergimos por uma conclusão de que o ensino de Química tem produzido pouca eficácia, tornando-se, na concepção do aluno, disciplina inútil e pouco atrativa e fazendo com que eles não consigam associar a relação dessa disciplina com o seu cotidiano. Nesse sentido, refletindo sobre o que foi exposto e na constante busca por melhorias na prática docente e por alternativas que possam mudar a realidade do estudante, e também ao mesmo tempo minimizar as aflições profissionais constantes, ainda que em um cenário que se apresenta constantemente desfavorável, o anseio por melhorias se tornou necessário e obrigatório para um ambiente de ensino-aprendizagem significativo.

Em meio a tudo isso e com o advento da tecnologia na sociedade contemporânea, o mundo em que estamos inseridos tem-se tornado cada vez mais dinâmico: os avanços tecnológicos têm “batido à nossa porta” mais frequentemente a cada dia, transformando hábitos e atitudes, modificando assim, a maneira como olhamos o mundo numa perspectiva de uma sociedade que está constantemente evoluindo. No entanto, esse dinamismo não se tem mostrado presente nas instituições de ensino, apesar de ter demonstrados alguns avanços. É perceptível

que precisamos evoluir muito, pois o ensino não contempla a realidade social em que os alunos estão inseridos, mostrando-se assim pouco atrativo para nossos estudantes, cabendo ao professor promover transformações significativas no processo de ensino-aprendizagem e buscando, assim, a inserção da tecnologia nesse processo, além de procurar potencializar o aprendizado cognitivo dos discentes, bem como proporcionar atividades que possam ser vivenciadas no dia a dia dos estudantes.

Com o intuito de buscar novas ferramentas que possam potencializar o ensino de Química no Ensino Médio, no sentido de contribuir e de criar condições para promover aulas mais dinâmicas, com maior qualidade, propiciando ao educando aulas mais atrativas, que possam aguçar sua curiosidade e fazer com que eles se tornem protagonistas no processo de aprendizagem, aproximando a realidade escolar com o cotidiano, torna-se necessário para o processo educativo o emprego de metodologias que agreguem as novas tecnologias educacionais. Dessa forma, a formação continuada de mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (PPGECM/UPF), mostrou-se essencial para o aperfeiçoamento e a transformação do ambiente educativo.

Numa sociedade que está em constante transformação, a necessidade de adaptar as aulas de Química ao cotidiano tem-se mostrado um desafio para os professores dessa área de estudos, pois esse componente curricular estudado e direcionado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem-se mostrado pouco interessante para os alunos, visto que a disciplina possui pouca relação com o que é vivenciado pelo aluno no seu cotidiano, haja vista que os conteúdos englobam alguns pormenores desse componente que dificultam a associação ao dia a dia do educando. Talvez por isso, a Química foi estereotipada pelos alunos como um conteúdo curricular difícil, levando-os a uma memorização do conteúdo em detrimento do aprendizado.

Mudar a realidade da sala de aula de hoje é o principal desafio dos professores. É notório que o ensino de Química traz barreiras ainda maiores a serem transpostas, devido a suas peculiaridades e, principalmente, ao rompimento com o contexto escolar, o qual tem, durante décadas, privilegiado o tradicionalismo de aulas expositivas, enraizando, assim, em nossos alunos, a prática da memorização em prejuízo à construção de um conhecimento sólido, pautado na pesquisa, na experimentação e na construção do próprio conhecimento pelo educando. Essa cultura que se encontra presente não apenas nos estudos de Química, mas que também tem sido prática corriqueira de outras disciplinas, tem tornado o rompimento cultural um desafio ainda maior. Nesse contexto, provavelmente, são poucos os discentes que conseguem de fato trabalhar com metodologias educacionais que busquem correlacionar o conhecimento ao seu

cotidiano. Por isso, faz-se necessário inserir as metodologias tecnológicas no processo de aprendizagem para que sirvam de elo para uma aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa se caracteriza quando uma nova ideia ou uma visão diferenciada está relacionada aos conhecimentos prévios do aluno, trazendo relevância para o ele, permitindo-lhe ampliar e atualizar seus conhecimentos, proporcionando novos significados para esses conhecimentos. O aprendizado só terá significado para o estudante quando sua abordagem não é esvaziada de significado social: os conhecimentos prévios e as atribuições de sentido dependem das interações sociais vividas. Nesse sentido, faz-se mais que necessária a busca por um aprendizado transformador e significativo, incluindo as tecnologias no processo de aprendizagem e proporcionando recursos adequados para os professores de Química da Educação Básica possam incorporar as TICs em sua prática docente, contribuindo expressivamente como instrumento facilitador do ensino de Química.

Assim, baseado no que foi mencionado, a presente pesquisa foi norteadada pelo seguinte questionamento: *Quais as contribuições de uma UEPS, associada a TICs e intermediada por elas, no ensino de radioatividade no Ensino Médio?*

Para averiguar a pertinência da UEPS, foi desenvolvido um estudo baseado em uma pesquisa de caráter qualitativo, buscando analisar instrumentos de coletas como: diário de bordo, atividades e materiais desenvolvidas pelos estudantes durante a implementação da proposta didática, procurando elementos que possam evidenciar um progresso cognitivo com indícios de aprendizagem significativa.

A escolha da Radioatividade como tópico específico a ser abordado deu-se pela dificuldade demonstrada pelos alunos para o entendimento desse conteúdo, aliado a uma grande curiosidade de compreender os estudos e curiosidades que envolvem esse ramo da Ciência, visto que a maioria dos conhecimentos prévios que os eles possuem, é oriundo de noticiários e conversar informais entre os colegas.

Além disso, a BNCC que é um documento que estabelece as aprendizagens essenciais que todos os estudantes brasileiros devem alcançar em cada etapa da Educação Básica, no que se refere ao tema da Radioatividade, estabelece alguns objetivos de aprendizagem para os estudantes do Ensino Médio. A Competência específica 1 se refere a:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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 global (BRASIL, 2018, p. 554).

A BNCC estabelece também que na referida competência específica

[...] os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades, limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos. Dessa maneira, podem-se estimular estudos referentes a: estrutura da matéria; [...]; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; [...], entre outros (BRASIL, 2018, p. 554).

Nesse viés, com a finalidade de responder ao questionamento dessa pesquisa, o objetivo geral consiste em *desenvolver, implementar e avaliar uma UEPS para o estudo de Radioatividade, intercedida pelas Tecnologias Digitais e direcionada para alunos do segundo ano do Ensino Médio.*

Especificamente, busca-se nesse trabalho, ainda:

- Dissertar sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa;
- Discorrer sobre a importância das TICs no ensino de Química;
- Conceber um produto educacional sistematizado à luz de uma UEPS para abordagem do conteúdo sobre Radioatividade;
- Analisar a pertinência da UEPS junto aos alunos do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública.

Este texto de dissertação de mestrado profissional, em sua versão qualificação foi concebido e estruturado da seguinte forma: o capítulo um, traz a Introdução, discorrendo sobre as problemáticas do ensino de Química, os desafios, os questionamentos e uma breve descrição do produto educacional desenvolvido. O segundo capítulo abrange os aportes teóricos fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a estruturação das UEPS, bem como os estudos bibliográficos relacionados ao ensino de Química concebidos em forma de UEPS e a importância das TICs neste ensino. O terceiro capítulo traz a proposta de intervenção didática, materializada como produto educacional, descrevendo a elaboração da sequência didática, bem como os trabalhos que foram desenvolvidos em cada encontro, público-alvo e local de aplicação. O quarto capítulo buscou descrever a pesquisa e suas características, os instrumentos de coleta de dados, suas peculiaridades e os resultados alcançados.

## **2 APORTE TEÓRICO E ESTUDOS RELACIONADOS**

Este capítulo foi concebido com o intuito de refletir sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como todos os pressupostos que envolvem a concepção de uma UEPS com enfoque nas Tecnologias Digitais para o ensino de Química, buscando analisar também alguns trabalhos relacionados que possam dialogar e dar sustentabilidade à proposta didática, construindo uma ponte entre a teoria fundamentalista e o produto educacional desenvolvido.

### **2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa**

A obra de David Ausubel (2003) é fundamentada na Teoria da Aprendizagem Cognitiva, propondo explicações teóricas para o processo de aprendizagem, partindo da premissa de estruturação, organização e integração do processo. A Aprendizagem Significativa, segundo o autor, envolve a interlocução de uma nova informação com o conhecimento prévio dos alunos, associados a uma vivência social relevante, pois o cérebro se organiza de forma hierarquia, de forma que os conhecimentos específicos a serem ensinados se relacionam intimamente aos conhecimentos gerais, formando um escalonamento de hierarquia dos conceitos.

Nesse sentido, destaca ainda o autor, que o aprendizado e a absorção do conhecimento pelo estudante não deve ser feito a partir da memorização, como boa parte dos alunos o fazem, e sim, a partir de que os conteúdos devam ser apresentados de forma que possam ser relacionados com o cotidiano e a realidade vivenciada por eles, trazendo relevância e sentido aos aprofundamentos dos conceitos a serem estudados. Ausubel destaca ainda a importância do processo de aprendizagem, que deve estar alicerçado, como ponto de partida, ao conhecimento prévio dos discentes, enfatizando a necessidade de um subsunçor, que é definido como o conjunto de conhecimentos que os alunos trazem como bagagem em sua formação cognitiva, servindo como alicerce para construção de novos saberes. O subsunçor demonstra um aspecto muito mais amplo: ele atua como precursor dos demais conceitos presentes na estrutura cognitiva do estudante, servindo como ponto de apoio no processo de assimilação (MASINI, 2011).

Dessa maneira, quando o processo de aprendizagem é construído nos alicerces da aprendizagem significativa, percebe-se o crescimento cognitivo dos alunos, que se dispõem a buscar novos conhecimentos. O mesmo não acontece quando a aprendizagem é transmitida mecanicamente: o processo se torna mais difícil e menos relevante para o estudante. A aprendizagem significativa, conseqüentemente, acontece quando um conhecimento novo se

conecta aos conceitos expressivos já apropriados pelos estudantes, fazendo que o eles estabeleçam correlações que corroboram e transformam o próprio conhecimento.

Nessa perspectiva, o ensino de Química tem-se mostrado motivo de inquietações pelos profissionais de educação, visto que, a maioria dos alunos apresenta dificuldades no aprendizado desses conhecimentos, em virtude do ensino tradicional, que não consegue relacionar e articular a Química com a realidade vivenciada pelo estudante, mostrando-se ineficaz, trazendo pouca relevância ao aprendizado por aqueles que a estudam. Ribeiro et al. (2020) relatam que muitos estudantes ainda fazem questionamentos da relevância do estudo de Química, visto que nem sempre os conhecimentos estudados na disciplina estão relacionados ao contexto vivenciado pelos discentes e articulados com esse contexto. Segundo Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), alunos do Ensino Médio não conseguem evidenciar a relação do cotidiano da própria sociedade, com os conhecimentos abordados pelo componente curricular.

[...] como se o iogurte, os produtos de higiene pessoal e limpeza, os agrotóxicos ou as fibras sintéticas de suas roupas fossem questões de outra esfera de conhecimento, divorciadas da Química que estudam na escola. No caso desses jovens, a Química aprendida na escola foi transposta do contexto de sua produção original, sem que pontes tivessem sido feitas para contextos que são próximos e significativos (BRASIL, 2000, p. 80).

Para se ter uma aprendizagem significativa, faz-se necessário que o estudante possua um conhecimento prévio que possa trazer para ele relevância e curiosidade pelo conhecimento, e, conseqüentemente, a busca por novos conceitos ancorados em seu próprio conhecimento empírico, que é a base para construção cognitiva a ser desenvolvida por esses atores. Vale a pena ressaltar que Ausubel, Novak e Hannesian (1980) salientam que essa interação de conceitos ocorre de forma extremamente intensa, que acaba ocasionando modificações em seus próprios significados e tornando-os fortalecidos e abrangentes, tanto do conhecimento empírico, quanto do conhecimento adquirido durante o processo.

De acordo com Moreira (2012), para que a aprendizagem ocorra de forma verdadeiramente significativa, deve-se preencher duas condições básica: i) faz-se necessário que o estudante tenha uma predisposição de engendrar relações entre os novos saberes com os conhecimentos que já possui previamente; e ii) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, visto que se essas duas condições não forem apreciadas, não ocorrerá aprendizagem. Equitativamente, portanto, não haverá aprendizagem se o material não

se demonstrar potencialmente significativo e se o aluno não se predispor a relacionar os conceitos, articulando-os com uma nova visão, alicerçada em seus conhecimentos cotidianos.

Nesse sentido, o profissional da área de Química tem um desafio relevante em descobrir e relacionar conceitos que tenham algum significado para o estudante, que possa ajudá-lo na construção de novos conhecimentos, alinhados a uma abordagem potencialmente significativa, uma vez que esse tipo de material pode contribuir no despertar, trabalho, produção e no engajamento do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Ausubel (2003), a organização para uma aprendizagem significativa deve ser envolvida pela obtenção de novos significados, sendo necessário que o material de ensino-aprendizagem esteja relacionado com o propósito não arbitrário, evitando que aprendizagem ocorra em conformação literal. Assim sendo, a não arbitrariedade está intimamente relacionada a um material de potencialidade significativamente expressiva, formulada com estrutura logicamente relacionada aos conhecimentos anteriores. Essa não literalidade advém quando o conhecimento estudado é agregado à estrutura cognitiva do discente, estabelecendo novos significados, e não apenas em expressões, sentenças e em símbolos para representá-los (FIGUEREIDO; GHEDIN, 2016).

Consequentemente, nesse processo de aprendizagem, o fator primordial é que “A aprendizagem significativa ocorra quando o novo conhecimento é incorporado ao que já se sabe, de forma que a nova informação faça sentido e seja relacionada com conceitos e ideias preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo” (MOREIRA, 1999, p. 62).

Moreira (2012) nos esclarece que a predisposição não é necessariamente motivação, gosto, ou afinidade pelo conteúdo, mas sim, que o estudante deva se dispor a relacionar interativamente os conceitos novos aos seus conhecimentos cognitivos prévios, transformando-os, enriquecendo-os e proporcionando significados a esses conhecimentos.

Diante do que foi exposto até o momento, a busca por metodologias que favoreçam o aprendizado e a assimilação dos conteúdos de Química, que durante sua trajetória tem-se mostrado ineficientes, e a escolha da UEPS se deu em razão pela procura de abordagens que tragam novos significados ao processo de ensino-aprendizagem, rompendo com o tradicionalismo de memorização de conceitos que não proporcionam sentido para os discentes, sendo insatisfatórios a longo prazo e caindo no esquecimento depois de atingirem o único objetivo: de os alunos passarem nas provas exigidas pelo sistema educacional. Santos e Schnetzler (2010) sustentam que a elaboração de uma intervenção didática deve ser feita por meio de um material potencialmente significativo, visto que esse material facilita o entendimento e a obtenção dos conceitos químicos de forma eficaz, proporcionando ao aluno a

concatenação dos conhecimentos prévios já estruturados em sua cognição, com os novos saberes aprimorados pelo professor.

### *2.1.1 As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS - tratam-se de um tipo de sequência didática que promove um conjunto de atividades, estratégias e intervenções que são elaboradas pelo professor com a intenção de criar recursos para uma melhor compreensão de um determinado conteúdo específico que deverá ser desenvolvida pelo aluno. Elas auxiliam o educador na organização, planejamento e desenvolvimento do processo de aprendizagem, melhorando consideravelmente o processo educativo. As UEPS, criadas e definidas por Moreira (2011), são uma sequência de ensino direcionada a uma aprendizagem significativa para conceitos e tópicos específicos, em que as atividades desenvolvidas pelos estudantes estão fundamentadas na TAS de David Ausubel.

Moreira (2011) destaca alguns princípios que estão relacionados ao processo de construção de uma UEPS, dos quais apresentamos alguns no Quadro 1.

Quadro 1 - Princípios norteadores na sistematização de uma UEPS

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados por parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo.

Fonte: Moreira, 2011, p. 2.

Consequentemente de acordo com esses princípios, esse modelo de sequência didática serve para garantir a promoção de aprendizagem significativa, buscando uma melhoria considerável do conhecimento dos alunos, dando mais significado ao processo de ensino, esquematizado com uma melhor organização dos conteúdos e atividades desenvolvidas

(MOREIRA, 2011). Nesse sentido, o primeiro passo é a escolha do tema, da matéria e dos recursos disponíveis, que devem ser de grande relevância para os estudantes, considerando em sua estrutura a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Moreira (2011) apresenta de forma sistematizada e estruturada os oito passos que compõe uma UEPS para sua maior compreensão e estruturação que são:

No *primeiro passo*, deve-se definir o tópico específico a ser trabalhado, caracterizando e identificando os principais aspectos que deveram ser abordados, evidenciando os procedimentos e relacionando-os entre si.

No *segundo passo*, deve-se escolher uma situação-problema, onde os alunos possam expressar suas opiniões, para que, nesse momento, possam ser identificados os conhecimentos prévios dos estudantes. Para isso, podem ser usados questionários, discussões, mapas mentais, ou qualquer recurso pedagógico que o professor considere relevante.

Prosseguindo: no *terceiro passo*, deve-se preparar o conteúdo, contextualizado em uma situação-problema que tenha alguma relevância para os alunos e aguace sua curiosidade. Tudo pautado no conhecimento prévio demonstrado pelos discentes, anteriormente, preparando-os para o conteúdo que lhes será apresentado em seguida, destacando e evidenciando o tópico específico. Esse momento deve ser apresentado de modo acessível e problemático, não apenas como um exercício qualquer de fixação de conteúdo.

Vale a pena ressaltar que as situações-problema devem dar sentido aos novos conhecimentos. buscando um modelo de sequência didática que sirva para garantir a promoção da aprendizagem significativa e que leve o estudante a se envolver no processo de aprendizagem, sendo capaz de interagir com as propostas, assimilá-las e propor resoluções para modificá-las.

No *quarto passo*, deve-se apresentar o conhecimento, levando em conta a diferenciação progressiva e começando com aspectos mais gerais e inclusivos. Consecutivamente, deve-se trazendo uma visão geral do todo e em seguida inserir os aspectos específicos. Esse momento pode ser feito de várias formas: expositiva, dialogada, com atividades colaborativas em pequenos grupos, com interações e exposição ou apresentação dos alunos, guiada pela diferenciação progressiva.

No *quinto passo*, faz-se necessário retomar o processo de diferenciação progressiva, que consiste em que o assunto deve ser abordado primeiramente pelas ideias mais gerais e inclusivas da disciplina, progressivamente diferenciadas. Em seguida, deve-se, então, introduzir detalhes específicos. Dessa forma, as Situações-Problema devem ser inseridas em níveis crescentes de maior complexidade, destacando semelhanças e diferenças entre os conceitos mais específicos.

com apropriação integradora do aluno, com a inserção de uma nova atividade colaborativa, sempre com a mediação do professor.

No *sexto passo*, ao que chamamos de reconciliação integradora, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas, buscando um nível maior de complexidade em relação aos anteriores. Nessa etapa, esse processo deve acontecer por meio de atividades diversificadas, permitindo que o estudante expresse seus conhecimentos em situações diferenciadas, evidenciando a evolução do entendimento do estudante perante o conteúdo.

No *sétimo passo*, deve ocorrer a avaliação de aprendizagem dos estudantes, que poderá acontecer tanto de forma somativa, quanto de forma formativa, bem como a avaliação do grupo de estudantes como um todo. Pode ser elaborada através de situações que impliquem a compreensão do estudante, como também questões que possam evidenciar o progresso de uma aprendizagem significativa.

O *oitavo passo* deve estar vinculado à avaliação da UEPS. Para isso, deve-se averiguar se houve evidências de uma aprendizagem significativa que possam constatar um avanço progressivo e significativo do estudante, levando em conta seu progresso e desenvolvimento.

Notoriamente, em sua grande maioria, os conceitos de Química são apresentados aos discentes de maneira fragmentada e não contextualizada, fazendo com que, o estudo da Química seja encarado pelos alunos de maneira enfadonha e chata, visto que eles não conseguem fazer associações com a realidade vivenciada no seu dia a dia. De acordo com Silva et al. (2020), “O ensino de Química é, em grande parte, focado na transmissão de informações, favorecendo a memorização de conceitos e fórmulas em detrimento do desenvolvimento de habilidade e competências mais complexas pelos estudantes”. Os autores argumentam que uma abordagem que valorize a compreensão dos conceitos e a resolução de problemas contextualizados podem ser mais eficazes para o ensino de Química, uma vez que favorece uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

O estudo da Química por se tratar, em sua grande parte, de conceitos que não podem ser visualizados pelos alunos, concentra esforços em exemplificar modelos explicativos da realidade, exigindo dos estudantes uma maior capacidade de abstração. Em razão disso, para favorecer um processo de ensino mais eficiente e eficaz de aprendizagem, aconselha-se a realização de práticas experimentais com o intuito de que essas atividades possam proporcionar a interação do sujeito com o conteúdo estudado (SILVA JUNIOR; PARREIRA, 2016).

Abreu e Maia (2016, p. 261) ressaltam ainda que “O ensino de Química pode ser mais motivador a partir do momento que não negue os conhecimentos prévios dos alunos nem deixe de relacionar a Química ao cotidiano destes”. O modelo de ensino onde o professor trabalha

com aulas expositivas, onde os conteúdos são transmitidos sem se levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, não são considerados. Isso pode afastar ainda mais o contexto dos alunos do ensino de Química e, como seqüela, desestimular o desenvolvimento dos discentes.

Em face do exposto e de reflexões, nota-se a necessidade de aproximar os conteúdos de Química com a realidade vivenciada pelos alunos, buscando valorizar os conhecimentos prévios, consolidados em sua própria realidade, abrangendo-os e expandindo-os com os novos conhecimentos e estabelecendo uma conexão que possa impulsionar a curiosidade e a busca por novos conceitos. Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, este deve ser o ponto de partida para o aperfeiçoamento do conhecimento cognitivo do sujeito, identificando o que ele sabe, e ensinando-o, a partir daí, a transformar o espaço de aprendizagem em um ambiente recíproco para o seu desenvolvimento cognitivo.

Diante das observações e críticas que são feitas ao ensino de Química, desenvolvido em grande parte nas escolas públicas, e buscando romper com essa aprendizagem que se encontra enraizada tão somente na memorização de conceitos e símbolos, floresce a necessidade por metodologias de ensino que promova a aprendizagem significativa de fato, que possibilite uma contextualização e aproximação dos conhecimentos empíricos com o que é ensinado. Diante do exposto, as UEPS surgem como proposta de promover uma aprendizagem significativa, sendo estruturada em uma seqüência de passos que foi fundamentada na TAS de Ausubel. Sendo assim, entende-se que não há ensino sem aprendizagem, visto que o ensino e o meio têm na aprendizagem o resultado final. Sendo assim a UEPS se apresenta como uma proposta facilitadora do processo de ensino, com princípios norteadores que apontem para uma aprendizagem significativa fundamentada nos conceitos de Ausubel.

## **2.2 O Ensino de Química por meio das TICs**

A busca por metodologias que transformem o ensino de Química em um processo mais prazeroso e motivador tem levados muitos educadores a buscarem alternativas que potencializem a aprendizagem. Em uma sociedade contemporânea dominada por tecnologias digitais, que embora estejam presentes no cotidiano do estudante, não são inseridas nos processos de ensino-aprendizagem. Logo, cabe à escola do novo milênio estar inserida nesse contexto em que ela deixou de ser detentora para ser articuladora do conhecimento. Cabe a escola trabalhar alternativas que possibilitem a potencialização do ensino, de maneira que traga mais relevância para o aluno e a sociedade na qual ele está inserido. Considerando que uma das

funções da escola é repensar e transformar suas práticas pedagógicas, adaptando-se às necessidades dos alunos, ela deve rever seu papel na sociedade dominada pelas tecnologias digitais. Sendo assim, isso demanda novas habilidades e competências para a gestão do conhecimento, conforme salienta Pozo (2008, p. 32):

Uma das metas essenciais da educação, para poder atender às exigências dessa nova sociedade da aprendizagem, seria, portanto, fomentar nos alunos capacidades de gestão do conhecimento ou, se preferirmos, de gestão metacognitiva, já que, para além da aquisição de conhecimentos pontuais concretos. Esse é o único meio de ajudá-los a enfrentar as tarefas e os desafios que os aguardam na sociedade do conhecimento.

Levando em consideração que os recursos tecnológicos digitais estão progressivamente mais incorporados na realidade dos alunos, Góes et al. (2015) descrevem a potencialidade que as TICs, no trabalho docente, têm o papel de facilitador no processo de ensino-aprendizagem. A principal estratégia é aproximar o conteúdo ministrado à realidade dos estudantes, tornando conteúdos abstratos mais interessantes e favorecendo o aprendizado (GOES et al., 2015).

Nas últimas duas décadas, pôde-se observar uma verdadeira revolução tecnológica, proveniente de avanços na área de informática e telecomunicações, disponibilizando para a sociedade, novas possibilidades de se comunicar, produzir e propagar informações, influenciando culturalmente hábitos e formas de se relacionar com o mundo, ao mesmo tempo em que vivemos avanços tecnológicos sem precedentes, favorecendo uma nova dinâmica social, onde as possibilidades tecnológicas são infinitas, exigindo do ser humano a capacidade de se adaptar e se reciclar continuamente. Mesmo com a disseminação crescente das tecnologias digitais em um ritmo exponencial, mesmo em países subdesenvolvidos, simples usuários com pouca instrução podem ter acesso às mídias sociais, que proporcionam interatividade, informações e entretenimentos. As tecnologias de informática e de comunicações são um dos principais veículos de transformações culturais, rodeadas de infinitas informações econômicas, políticas, educacionais e sociais. Assim, torna-se essencial a compreensão e a utilização destes recursos para uma cidadania plena, tornando um importante papel da escola na utilização de forma consciente, frente às ilusões e promessas da rede.

A inserção das TICs no ambiente escolar, abrangendo todos os seus níveis, é de extrema importância, visto que, todas essas tecnologias já estão presentes direta e indiretamente na vida dos discentes. Por esse motivo, é de suma importância considerar e viabilizar a integração das tecnologias digitais ao processo de ensino-aprendizagem, servindo de ferramenta pedagógica capaz de potencializar a aprendizagem significativa, ao mesmo tempo em que promovem a socialização do indivíduo com o mundo contemporâneo, diminuindo as desigualdades de

competências no domínio tecnológico. Assim, sendo as instituições de ensino serão capazes de fortalecer sua missão, formando gerações capazes de gerenciar as tecnologias com mentalidade crítica, fortalecendo a criatividade, proporcionando ao indivíduo a capacidade de aprender e torna-se um sujeito capaz de utilizar e apropria-se das TICs como meios de participação e expressão de suas opiniões, saberes e criatividade (BELLONI, 2005).

Com o crescimento sem precedentes das tecnologias digitais, aumentam também os estudos direcionados à compreensão, utilização e adaptação dessas tecnologias nos ambientes escolares, apontando possíveis soluções para a inclusão digital, também conhecido como letramento digital. Um dos estudos publicados em 2009, elaborado pela fundação MacArthur (JENKINS et al., 2009), buscou identificar como os adolescentes criam conteúdos de mídia com a aplicação do letramento tradicionais, habilidades técnicas e análise crítica. No mesmo período, pesquisadores da *University College of London* (ROWLANDS et al., 2008), chegaram à conclusão que as habilidades em TIC da juventude são frequentemente superestimadas. A ideia principal desses estudos corrobora para a necessidade de melhorar e fomentar a criação de novas habilidades digitais, enfatizando o uso e a exploração do conhecimento computacional, de novas tecnologias e dos meios de comunicação como competências básicas. Estas pesquisas evidenciaram também a importância de repensar os sistemas educacionais para preparar o discente a se qualificar e a se adaptar, não só ao desenvolvimento tecnológico, mas em todos os níveis e campos do conhecimento.

Esses estudos apresentam observações referentes ao uso das TICs no sistema educacional, oferecendo tendências significativas para a promoção de impactos no desenvolvimento de competências e habilidades digitais para os anos vindouros, bem como identificam princípios que devem ser apreciados na elaboração de políticas públicas para a promoção de competências para o novo milênio. As iniciativas compreendem melhorar a qualidade do sistema educacional, bem como investir na formação profissional, estimulando o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais, de inovação, e de competências transversais.

No período pandêmico, devido à disseminação do COVID-19, e à necessidade do isolamento social, ocorreram mudanças significativas em várias áreas da sociedade. Na educação, a suspensão das aulas presenciais incentivou a adoção de medidas que garantissem a continuidade do processo de aprendizagem, fazendo com que as instituições de ensino promovessem a adoção do ensino remoto, garantido assim o distanciamento social de professores e alunos, fazendo com que essas instituições se adaptassem a um novo contexto social. Neste sentido as TICs se tornaram o principal recurso que garantiu a continuidade do

processo de aprendizagem. Leite e Ribeiro (2012) colocam que as TICs podem auxiliar professores e estudantes, desde que os sistemas de educação apresentem estruturas adequadas para sua utilização, e que os professores recebam acompanhamento durante o processo.

Desde o início do século XXI, é notório os avanços tecnológicos, e conseqüentemente, o aumento de *softwares* que têm contribuído para o ensino de Química. Uma grande gama desses, disponibilizados gratuitamente, podendo ser instalados tanto em computadores, quanto em *smartphones*, sem que se necessite, obrigatoriamente, estar conectado à rede durante seu uso, e precisando da rede somente para instalá-los (KLEIN; SANTOS; SOUZA, 2018).

Nesse sentido, os autores por último citados, em sua pesquisa sobre a utilização de aplicativos para o ensino de Química, publicados nos eventos entre 2010 a 2017, constataram o aumento de trabalhos desenvolvidos com o uso de aplicativos educacionais voltados para o Ensino de Química, constatando, notoriamente, que os profissionais de educação têm buscado melhorias no ensino, apropriando-se das inovações tecnológicas concebidas para o processo de aprendizagem. Tavares, Souza e Correia, sustentam que:

Apesar de que a Química é uma ciência relativamente experimental, mostra-se também um lado visual. Muitas das teorias utilizadas para explicar as reações Químicas e a reatividade das substâncias na escala subatômica necessitam de um modelo, como por exemplo, orbitais atômicos, orbitais moleculares, ressonância magnética nuclear, espectroscopia eletrônica. Outrora, para que a tecnologia seja a favor da Química e o aprendizado seja efetivado com sucesso, tem-se que agir com objetividade, pois não adianta introduzir a tecnologia se não se tem um planejamento (2013, p. 159-160).

Isto posto, o acolhimento das tecnologias empregadas com o objetivo de auxiliar no processo de aprendizagem busca favorecer visualmente o entendimento dos estudantes em face à simulação de alguns fenômenos químicos, principalmente em escolas que não dispõem de laboratórios, tornando-se uma alternativa viável e promissora. A exploração desses *softwares* e dos laboratórios virtuais, sendo feita maneira bem estruturada, instigam a observação e o pensamento crítico dos estudantes, promovendo mudanças no ensino de Química, reestruturando a dinâmica de ensino, tornando-a mais atraente e significativa para os alunos. É evidente a potencialidade das tecnologias de mídias nas atividades de ensino, contribuindo para o aprendizado e promovendo o instinto investigativo, visto que as tecnologias protagonizam um papel de incentivador, potencializador e mediador do programa computacional para o entendimento de representações dos conceitos químicos.

Assim sendo, neste novo contexto do ambiente de aprendizado, forjado pela pandemia do Corona Vírus, trouxe para seus atores insegurança e incertezas, fazendo com que os

profissionais de educação se reciclassem, tirando assim muitos de sua zona de conforto para proporcionar aos alunos a continuidade do processo de aprendizagem, procurando se amparar nas tecnologias digitais, que foram cruciais no apoio e sustentação do aprendizado remoto. Nesse contexto, o uso de *softwares* educacionais facilitou a interação entre alunos e professores, rompendo as barreiras do distanciamento social e contribuindo na aproximação dos agentes envolvidos no processo de aprendizado.

O *Google Classroom*<sup>®</sup>, segundo Oliveira, Correa e Morés (2020, p. 13), é uma ferramenta que usa um espaço virtual para que professores possam ensinar e interagir com seus alunos. Pouco usado até o momento, teve seu auge durante o período pandêmico, mostrando-se como um recurso inovador, estruturado através de “salas de aulas nas nuvens”. Cada sala de aula era direcionada para uma matéria, na qual o professor é capaz de acompanhar as atividades propostas, bem como as correções e direcionamento para os alunos. O aplicativo também traz a opção de disponibilizar suas ferramentas, tanto em textos, como em vídeos, *links* e imagens, colaborando para o ambiente de ensino.

Outro aplicativo bastante utilizado durante as aulas no de pandemia foi o *Google Meet*<sup>®</sup>. Esse aplicativo foi desenvolvido para atender as necessidades das empresas, permitindo que os funcionários possam interagir com o restante da equipe em tempo real. Seu surgimento se deu no segundo semestre de 2017, mas com o isolamento social alavancado pela pandemia, tornou-se um dos principais *softwares* educacionais, proporcionando aulas em tempo real com vários recursos que colaboram para a aprendizagem, bem como fortaleceu a interação entre professores e alunos (OLIVEIRA, CORREA, MORÉS, 2020, p. 13).

Esses dois *softwares*, foram de suma importância para a promoção do ensino remoto, pois trouxeram recursos que possibilitaram a ministração de aulas, mantendo o vínculo entre educadores e alunos, e servindo de suporte. Além de facilitar o acesso ao ensino pelos alunos, também se mostrou uma ferramenta que mantém as atividades bem organizadas e claras, fazendo com que os alunos se sentissem dentro da própria escola, fortalecendo o convívio entre os colegas de sala e professores.

### **2.3 Os estudos relacionados**

A presente seção almejou mapear e analisar alguns trabalhos relacionados a TAS no ensino da Química por meio de uma pesquisa no Banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), dando prioridade para dissertações e/ou teses que se assemelharam com a presente pesquisa.

Utilizou-se na pesquisa, em um primeiro momento, os descritores “Ensino de Química” AND “Aprendizagem Significativa”, para o período de 2014-2023 como filtro. A partir desse estudo, que foi realizado ao longo de 2023, encontramos 499 trabalhos. Em virtude do número expressivo de trabalhos encontrados nessa primeira versão do mapeamento, utilizou-se mais um descritor para o mesmo período de tempo. Nesse sentido, ao realizar novamente a busca por meio dos descritores “Ensino de Química” AND “Aprendizagem Significativa” AND “UEPS” foram encontrados 44 trabalhos.

Em seguida, com o objetivo de compreendê-los e até mesmo descartar os que não estavam alinhados aos objetivos, passamos a analisar os títulos e os resumos desses 44 trabalhos e ao final selecionamos um *corpus* de 16 trabalhos (15 dissertações e uma tese) que se encontram listados no Quadro 2.

Cabe destacar que, a pretensão foi apresentar e discorrer sobre alguns trabalhos que julgamos ter relação com a presente pesquisa ou que puderam auxiliar na elaboração do produto educacional vinculado a presente dissertação. Nesse sentido não tivemos a intenção de realizar um “estado da arte” ou um “estado do conhecimento” sobre esse assunto.

Quadro 2 - *Corpus* do estudo

<b><i>Corpus do estudo</i></b>
RABER, Daniel de Almeida. <i>Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre energia e ligações químicas</i> : 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.
RONCH, Sthefen Fernando Andrade da. <i>Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia</i> . 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
VENDRUSCOLO, Taciana. <i>Limites e possibilidades de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos</i> . 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.
GOMES, Alexandre D’Emery da Silva. <i>Uso pedagógico de software de simulação para auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem significativa de conteúdos de eletroquímica no Ensino Médio</i> . 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
MACUGLIA, Uliane. <i>Funções inorgânicas e digestão: uma UEPS construída nas premissas da aprendizagem significativa e da aprendizagem cooperativa</i> . 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.
SILVA, Elisandra Alves da. <i>Aprendizagem significativa no ensino de Química: uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o número de oxidação</i> . 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.
GOBBATO, Karina. <i>Aprendizagem significativa no ensino de Química: o caso da experimentação em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre polímeros sintéticos</i> . 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.
BEBER, Sílvia Zamberlan Costa. <i>Aprendizagem significativa, mapas conceituais e saberes populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos</i> . 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
MARIALVA, Tatiana Cavalcante. <i>Assimilação do conceito de estequiometria a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS</i> . 2018. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

TRENTO, Elisandra. <i>Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o enfoque em CTS para abordar o tema de extração mineral</i> . 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
SOUZA, Edson Elias de. <i>Desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente usando metodologias ativas para o ensino de forças nucleares</i> . 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.
GOMES, Diuliane da Costa. <i>Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino-aprendizagem de oxirredução</i> . 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.
BACEGA, Taiane. <i>Estrutura Química para o 9º ano do Ensino Fundamental: uma proposta de ensino envolvendo tecnologia digital com vista à aprendizagem significativa</i> . 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.
NASCIMENTO, Saulo de Tércio Gomes do. <i>Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino do pH da água e o seu efeito na biodiversidade</i> . 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.
GUELLER, Regina. <i>O ensino de Química Orgânica por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com Ciência Forense</i> . 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.
VARGAS, Leticia Cardoso de. <i>Ensino de Química: uso de uma UEPS crítica para abordar o conceito de soluções aquosas</i> . 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2022.

Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

Em sua dissertação intitulada “*Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: Uma Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Energia e Ligações Químicas*” de autoria de Daniel de Almeida Raber (2015), tendo como objetivo a aplicação e a avaliação de UEPS em uma turma de 9º ano do ensino fundamental, buscando identificar a ocorrência de uma aprendizagem significativa, tendo como conteúdo norteador energia e ligações Química. A análise da UEPS demonstrou resultados expressivos, pois os participantes mostraram disposição para assimilar os conceitos trabalhados, e também a capacidade de os transmitir e de aplica-lo em outros contextos de aprendizagem. O desenvolvimento dos trabalhos, na qual os estudantes participaram ativamente, possibilitou a observação e as contribuições para a aprendizagem de conceitos estudados sobre energia e ligações químicas podendo ser verificadas através do fichas de acompanhamento dos estudantes e dos dados de uma avaliação diagnostica, bem como de uma avaliação somativa, realizada no final do processo de ensino-aprendizagem.

Ronch (2016) em sua dissertação para o Mestrado de Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF), intitulada como “*Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia*” foi elaborada e aplicada uma UEPS, baseada na TAS de Ausubel e sob um enfoque interdisciplinar, de modo que a abordagem dos conceitos disciplinares de Química e de Biologia ficassem articulados. Neste contexto foi elaborado um produto educacional que foi aplicado com os alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio que demonstrou como um contributo no processo de ensino, e

evidenciada pela associação entre os conceitos disciplinares produzidos pelos alunos que permitiu aos mesmos ampliar e aprofundar sua visão no processo de ensino e aprendizagem. A UEPS concebida apresentou-se potencialmente contributiva no processo de ensino, fortalecendo a interação e o avanço da aprendizagem, importante ressaltar, que o presente estudo foi estruturado na Teoria da Aprendizagem Significativa, contribuindo no processo de interação entre professor e estudante, permitindo assim, ampliar e aprofundar a visão sobre o processo de ensino.

Vendruscolo (2017) em sua dissertação intitulada “*Limites e Possibilidades de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino de Propriedades Físicas de Compostos Orgânicos*” desenvolveu um trabalho tendo como objetivo identificar os limites e as possibilidades que podem ser apontados as propriedades físicas de compostos orgânicos através de uma UEPS, em especial, solubilidade, interações intermoleculares, envolvendo diferentes estratégias de ensino. Durante o desenvolvimento dos trabalhos verificou-se que algumas estratégias de ensino obtiveram maior interesse e envolvimento dos alunos, como as atividades experimentais e o simulador computacional, constatando uma mudança de postura em sala de aula. Ao analisar a conclusão dos trabalhos, notou-se a importância de elaborar uma sequência bem estruturada para os trabalhos em sala de aula, devido ao seu potencial, descrito na literatura, para obtenção de uma aprendizagem significativa, pode-se pontuar que uma das possibilidades mais relevantes que a UEPS proporcionou foi, estabelecer uma mudança de postura dos alunos e envolvimento no processo pedagógico, entretanto, percebe-se como aspecto limitante observado, a dificuldade dos alunos do 3º ano ultrapassarem uma visão macroscópica dos fenômenos estudados.

Gomes (2017), em sua dissertação intitulada “*Uso Pedagógico de Software de Simulação para Auxiliar o Desenvolvimento da aprendizagem significativa de Conteúdos de Eletroquímica no Ensino Médio*” trouxe importante estratégia para favorecer a aprendizagem de Química caracterizada pela concepção de práticas alternativas, atreladas ao uso pedagógico de softwares educativos, destacado pelo uso de simuladores computacionais metodologicamente embasada pode favorecer a construção do conhecimento científico apropriando de saberes e habilidades. O presente trabalho buscou oferecer contribuições incorporando o uso de simuladores computacional de problemas nos conteúdos de eletroquímica. Promovendo a visualização de discussão da dinâmica dos fenômenos associados a células eletroquímicas. Neste sentido emergiram evidências preliminares que levaram a concluir que as atividades ao longo do processo favoreceu a interação no uso operacional e

pedagógico computacional facilitando o desenvolvimento da aprendizagem significativa e cooperativa dos estudantes durante os encontros didáticos.

Macuglia (2018) em seu trabalho intitulado *“Funções Inorgânicas e Digestão: Uma UEPS construída nas premissas da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Cooperativa.”* Desenvolveu uma série didática que buscou abordar a má digestão e azia estomacal, associando ao conhecimento de funções inorgânicas, como ácidos, bases, sais e óxidos, bem com as reações de neutralizações, contextualizando com as vivências e conhecimentos dos estudantes. Os trabalhos se mostram satisfatórios com indícios de aprendizagem significativa, visto que historicamente as aulas de Química são consideradas essencialmente teóricas pelos alunos e apresentando um alto grau de abstração em meios a tantos conceitos, o trabalho rompeu essas barreiras associando a aulas práticas pautadas no cotidiano dos estudantes que permitiu apontar a viabilidade da proposta metodológica, evidenciada pela ampla participação dos alunos durante as aulas.

Elisandra Alves da Silva (2018) em sua dissertação intitulada *“Aprendizagem Significativa no Ensino de Química: Uma Proposta de Unidade de Ensino sobre Número de Oxidação”* o referido trabalho teve como objetivo apresentar a construção, aplicação e avaliação de uma UEPS no componente curricular de Química, fundamentada na TAS de David Ausubel, foram desenvolvidas atividades sobre o número de oxidação (NOX), conteúdo que na maioria das vezes sempre foi trabalhada de forma puramente teórica, sendo que, a proposta foi de trabalhar esse assunto de modo contextualizado e com recursos diversificados e vivenciados pelos estudantes. A abordagem se deu através de questionários e textos com atividades de sondagem, sendo apresentada consequentemente temas e problematização com recursos visuais envolvendo Situações-Problemas acompanhadas de avaliações diagnósticas e somativas. Apreciados os resultados da UEPS, foi possível constatar que a mesma obteve êxito, pois os alunos se mostram bastante motivados durante todo o processo de aprendizagem apresentando predisposição e motivação para a realização das atividades propostas, aprendizado esse que foi evidenciado pelo desenvolvimento de habilidades esperados bem como a utilização do mesmo conteúdo em outros contextos.

Em sua dissertação intitulada *“Aprendizagem significativa no Ensino de Química: o Caso da Experimentação em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Sobre Polímeros Sintéticos”* de autoria de Gobbato (2018), buscou pesquisar os benefícios que uma UEPS permeada pelas atividades experimentais e contextualizada por meio de polímeros sintéticos possa contribuir para uma aprendizagem significativa. A relevância deste trabalho se em propor estratégia didática diferenciadas, mediadas pela experimentação e com propensão

para a aprendizagem significativa, distanciando-se assim da aprendizagem dita mecânica como copiar, memorizar, reproduzir e esquecer. Os resultados foram satisfatórios mostrando indícios de predisposição em aprender, bem como evidências de aprendizagem significativa dos estudantes. A respeito da prática docente, suscitou o interesse pela realização de futuros trabalhos vistos as possibilidades proporcionadas pelo processo de ensino esquematizada em forma de UEPS.

Beber (2018) em sua tese intitulada *“Aprendizagem Significativa, Mapas conceituais e saberes Populares: Referencial Teórico e Metodológico para o Ensino de Conceitos Químicos”* apresenta para a obtenção de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Químicas da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Teve como objetivo investigar se uma metodologia de ensino que empregue saberes populares e mapas conceituais pode servir de facilitador para uma aprendizagem significativa de conceitos químicos em uma escola de Ensino Médio, sendo elaborada e desenvolvida uma UEPS tendo como fio condutor a realização de atividades práticas com moradores da comunidade escolar, detentores do saber popular da produção de queijo, sendo coletados dados na forma de questionários, atividades experimentais, avaliação individual escrita e mapas conceituais abordados sobre a luz dos conceitos de cinética Química em detrimento dos saberes populares. Os resultados demonstraram que os saberes populares e os mapas conceituais são eficazes para o processo de ensino e aprendizagem em Química. A presente pesquisa, mostrou-se satisfatória e eficiente para sistematizar os conhecimentos do saber popular sobre a produção de queijo e também para verificar a aprendizagem dos estudantes ao final do processo pedagógico, evidenciado que o saber popular influenciou positivamente a predisposição do estudante em aprender e participar ativamente das atividades propostas.

A autora Marialva (2018), em sua Dissertação intitulada *“Assimilação do Conceito de Estequiometria a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS”* apresentou uma proposta para o estudo de Estequiometria por meio de um UEPS correlacionando com a Química dos agrotóxicos, onde foram aprimorados os conhecimentos de massa molar, balanceamentos químicos, soluções e os benefícios e malefícios de seu uso. Os resultados observados mostraram-se que trabalhar com diferentes metodologias que se complementam-se com os objetivos de potencializar a absorção e assimilação do conceito de estequiometria, proporcionou aos alunos a oportunidade de desenvolvimento em atividade em grupo e cooperativista, bem com uma potencialização de sua criatividade que se refletiu positivamente no entendimento dos conceitos fundamentais estequiométricos.

Trento (2019) em sua dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo intitulada “*Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com Enfoque em CTS para abordar o tema de Extração Mineral*”, utilizou uma UEPS com enfoque em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para implementar e avaliar o envolvimento e interesse dos estudantes que promova e facilite o processo de aprendizagem no estudo da Química no Ensino Médio sob a temática de extração mineral no Brasil. Os resultados do estudo, evidenciado pelos instrumentos de coletas, abordando Situações-Problemas, atividades experimentais, e outras atividades didáticas, convergiram para uma potencialidade significativa da proposta, promovendo a curiosidade, despertando a curiosidade e a participação dos alunos.

Souza (2019) em sua dissertação intitulada “*Desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Usando Metodologias Ativas para o Ensino de Forças Nucleares*” propôs uma investigação que buscou identificar as contribuições para o ensino de Física Nuclear para o Ensino Médio, através da elaboração de uma UEPS fundamentada na TAS de Ausubel, buscando explorar a potencialidade das metodologias ativas. A referida UEPS foi aplicada para estudante do 3º ano do Ensino Médio como o objetivo de validar a aplicabilidade de uma UEPS sobre Física Quântica. Os resultados se mostraram satisfatórios ao verificar uma grande aceitação por parte dos alunos pela sequência didática aplicada, sendo evidenciada a autonomia e o protagonismo de vários alunos.

A dissertação intitulada “*Unidade de Ensino potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino-Aprendizagem de Oxirredução*” de autoria de Gomes (2020), trouxe com proposta os fenômenos de oxirredução abordados por uma UEPS, em que os cotidiano dos estudantes, como ferrugem e a corrosão serviram como subsunçores e ponto de partida para o desenvolvimento dos conceitos de transferências de elétrons, oxidação e redução que levam ao envelhecimento e decomposição e corrosão de estruturas metálicas vivenciadas pelos alunos, proposta que foi auxiliada pelas TICs, em uma sequência de ensino que possibilitou o uso de diversas estratégias, bem como a verificação de conceitos de eletroquímica, corrosão e os impactos socioeconômicos, quais malefícios a corrosão pode ocasionar a saúde, e como as obras públicas podem ser preservadas, perspectivas que a priori buscou conhecer a realidade dos participantes e envolve-los em soluções de problemas que possa contribuir positivamente na sociedade que estão inseridos, que tornou a aprendizagem significativa facilitada.

Bacega (2020) em seu trabalho intitulado “*Estrutura Química para o 9º ano do Ensino Fundamental: Uma Proposta de Ensino Envolvendo Tecnologia Digital com vista a Aprendizagem Significativa*”. Focou na elaboração e implementação de uma sequência didática

no formato de UEPS com o objetivo de averiguar as contribuições dos recursos digitais no processo de aprendizagem promovendo abordagens mais dinâmicas do conteúdo com o intuito de promover uma aprendizagem significativa aos conceitos de Química para a turma do 9º ano. Percebeu-se durante o processo de aprendizagem que a maioria dos alunos demonstraram indícios de conhecimento aprofundado e um aprendizado mais significativo em relação aos conteúdos abordados como ligações Químicas e geometria molecular. Sendo perceptível que os recursos digitais proporcionaram um dinamismo as aulas ao logo do processo, bem como, pode-se perceber na maioria dos estudantes indícios de aprendizagem significativa relacionados ao conteúdo de geometria molecular e ligações Química, entretanto no que se diz respeito sobre a distribuição eletrônica não foi constatado os avanços esperados, mas porém, a utilização dos recursos digitais promoveram uma interação efetiva entre professor e alunos engajados nos processos de ensino, destacando ainda que os alunos avaliaram positivamente o uso das Tecnologias Digitais.

Nascimento (2021) em sua dissertação intitulada “*Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino do pH da Água e o seu Efeito Biodiversidade*”, apresentou uma proposta de uma UEPS a ser aplicada de forma interdisciplinar nos componentes de Química e Biologia a fim de suprir os conteúdos de pH e biodiversidade, enfatizando a água como recurso facilitador de aproximação do conteúdo abordado com a vivência do estudante, A UEPS foi construída com finalidade de potencializar e dinamizar o processo ensino-aprendizagem, bem como visualizar como os conhecimentos prévios vão se modificando ao longo da vivência do aprendiz. Pode-se observar neste trabalho a possibilidade dos profissionais de educação o desenvolvimento de estratégias de abordar temáticas ambientais, aliados a atividade pratica, mapas conceituais, multidisciplinaridade com envolvimento sistemático dos estudantes.

Geller (2021) em sua dissertação, intitulada “*O ensino de Química Orgânica por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com ciência forense*” objetivando contextualizar o ensino de Funções Orgânicas com a Química Forense vivenciada pelos estudantes no cotidiano através de seriados de televisão, além da inserção de Tecnologias Digitais nos processos que contribuiriam significativamente no desenvolvimento do produto educacional, constatou-se grande engajamento por parte dos discentes no processo ensino-aprendizagem. Os resultados demonstraram que a estruturação das UEPS mediada pelo uso das Tecnologias Digitais e contextualizadas por meio da Química Forense, demonstrou-se ser uma ótima abordagem de ensino, sendo evidenciado indícios de aprendizagem significativa,

transformando o ambiente de ensino mais atraente e interessante, corroborando no processo de ensino em tempos de pandemia de Covid-19.

Vargas (2022) em sua dissertação, intitulada “*Uso de uma UEPS Crítica para abordar os Conceitos de Soluções Aquosas*” utilizou como metodologia uma UEPS como estratégia para promover a autonomia intelectual e a criticidade dos alunos na área de Química. A pesquisa teve como objetivo abordar o entendimento dos professores em relação à aprendizagem significativa através da vivência, como estratégia utilizou-se uma oficina com professores do Ensino Médio de áreas distintas, contextualizada no ensino de Química através de soluções aquosas, o estudo objetivou auxiliar os professores na compreensão e construção da metodologia das UEPS a partir de conhecimento específico, nesse caso, soluções aquosas. Para obtenção e compreensão abrangente dos resultados, foram utilizados diversos métodos de coleta de dados, como diário de bordo, mapas conceituais, entrevista e matérias produzidos pelos professores durante a oficina. A análise dos dados coletados e a avaliação dos professores indicaram contribuições significativas da metodologia UEPS para o processo de ensino.

Ao analisar os trabalhos apresentados e estudados nesta seção, pode-se perceber claramente que há várias maneiras de contextualização dos conteúdos do ensino de Química a fim de tornar as aulas mais produtivas e instigante para os estudantes. Verificou-se que todos os trabalhos se baseiam em atividades educativas que valorizam o dia a dia do aluno, envolvendo-os em diferentes atividades, como experimentação, simuladores, jogos e recursos digitais, com o objetivo de melhorar a aprendizagem de maneira significativa, de acordo com o Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 - Comparativo dos trabalhos analisados

<b>Autor (ano)</b>	<b>Conteúdo específico da UEPS</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Contextualização</b>	<b>Estratégias e recursos digitais utilizados na UEPS</b>
Raber (2015)	Energia e ligações químicas	9º ano do Ensino Fundamental	Energia	Situações-Problemas, leituras de texto, atividades em grupo, produção de diagramas e desenhos.
Ronch (2016)	Funções orgânicas	3º ano do Ensino Médio	Grupos funcionais presentes nas vitaminas	Recursos visuais, práticas experimentais, Situações-Problema, simuladores digitais
Vendruscolo (2017)	Propriedades físicas dos compostos orgânicos	3º ano do Ensino Médio	Através de documentários e textos por meio da temática solubilidade	Recursos digitais como vídeos, softwares e simuladores digitais
Gomes (2017)	Eletroquímica	2º ano do Ensino Médio	Células galvânicas e células eletrolíticas	Recursos digitais como vídeos, softwares e simuladores digitais
Macuglia	Funções	1º ano do	Acidez e basicidade	Práticas experimentais,

(2018)	inorgânicas	Ensino Médio	dos processos digestivos	Situações-Problemas, debates e discursos
Silva (2018)	Número de oxidação (NOX)	1º ano do Ensino Médio	Corrosão dos metais e estruturas metálicas	Questionários, recursos áudios visuais, Situações-Problema
Gobbato (2018)	Polímeros sintéticos	3º ano do Ensino Médio	Utilização de plásticos e suas consequências	Mapas mentais e conceituais, textos, aula experimental, utilização de softwares educacionais e simuladores digitais
Beber (2018)	Propriedades Coligativas	2º ano do Ensino Médio	Saberes populares para produção de queijo	Mapas conceituais e práticas experimentais, recurso áudio visuais
Marialva (2018)	Estequiometria	Acadêmicos de Química	Diversificação do ensino e agrotóxicos	Instrumento de coleta de dados, questionários, mapas conceituais, situações-problema
Trento (2019)	Soluções	2º ano do Ensino Médio	Processo de extração mineral	Datashow, power points, leitura de textos, atividade experimental, pesquisa na internet.
Souza (2019)	Forças nucleares	3º ano do Ensino Médio	Energia e usinas nucleares	Metodologias ativas como sala de aula invertida, ensino sob medida e Instrução Pelos colegas, atividades experimentais e simuladores digitais
Gomes (2020)	Oxidação e redução	2º ano do Ensino Médio	Oxidação, corrosão e ferrugem	Recursos digitais como vídeos, softwares educacionais, vídeos e simuladores digitais
Bacega (2020)	Estado de agregação da matéria, estrutura atômica e ligações Químicas	3º ano do Ensino Médio	Condutividade elétrica da água	Recursos digitais como aplicativos, softwares educacionais para <i>smartphones</i>
Nascimento (2021)	pH e biodiversidade	Turma interdisciplinar de Química e biologia	O pH da água e o seu efeito na biodiversidade	Recursos áudio visuais como data show, vídeos, músicas e atividade experimentais
Geller (2021)	Funções orgânicas	3º ano do Ensino Médio	A Química na ciência forense	Recursos digitais como vídeos, softwares e simuladores digitais
Vargas 2022	Elaboração de UEPS	Professores do Ensino Médio	Soluções aquosas	Projeção de slides

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Ao analisar os trabalhos já publicados, nota-se que as sequências didáticas pensadas e concebidas em forma de UEPS, demonstrou-se ser uma excelente ferramenta na construção do aprendizado e obtenção do conhecimento de forma gradual e concisa, possibilitando que o estudante faça uma ponte de ligação dos seus conhecimentos empíricos com os conhecimentos científicos gradativamente de forma escalonada, instigando ao aluno ao pensamento crítico e cognitivo, possibilitando assim que estudantes possa construir seu próprio conhecimento, desta

maneira alcançar a aprendizagem significativa e se tornando protagonista da construção do seu próprio conhecimento, sendo capaz de solucionar problemas e aplica-los em contextos do cotidiano.

No que se refere ao uso das TICs (recursos digitais) os trabalhos analisados demonstraram que as tecnologias digitais desempenharam um papel importante ao proporcionar contribuições substanciais para uma aprendizagem duradoura e significativa. A integração de ferramentas digitais no ambiente educacional ampliou as possibilidades de engajamentos dos estudantes, permitindo a personalização do aprendizado de acordo com estilos individuais de aprendizagem. A interatividade proporcionada por aplicativos, plataformas online e recursos multimídia gerou experiências educacionais mais envolventes, estimulando a participação ativa dos estudantes. Além disso, as TICs ofereceram acesso a uma variedade de fontes de informação, promovendo a pesquisa independente e a construção do conhecimento.

A evolução das formas de ensino e os avanços nos meios de aprendizagem, impulsionados por aparatos tecnológicos, demandaram uma redefinição nos papéis tradicionalmente desempenhados pelos professores. A abundância de informações e conhecimentos acessíveis disponibilizado por meio dessas novas tecnologias, não permite mais que o professor seja simplesmente a única fonte de informação enquanto os estudantes desempenham um papel passivo como receptores de informação. Em virtude do avanço tecnológico, a função do professor vai além, eles precisam assumir o papel de guia, facilitadores e consultores, direcionando os alunos para fontes apropriadas de informação, promovendo assim uma abordagem mais dinâmica e participativa no processo educacional. Espera-se que com isso aluno passe de receptor passivo gerado pelo professor a agente ativo na busca, seleção e assimilação de informações (ZANELA, 2007).

Nesse contexto a colaboração entre alunos e professores foi facilitada através de ferramentas de comunicação online, permitindo a troca instantânea de ideias e feedback construtivo. A gamificação e a simulação, recursos frequentemente incorporados pelas TICs, tornaram o processo de aprendizado mais lúdico e prático, facilitando a compreensão e retenção de conceitos mais complexos. Assim as tecnologias digitais desempenharam um papel catalisador na promoção de uma aprendizagem significativa e duradoura, transformando a dinâmica tradicional de sala de aula e preparando os alunos para os desafios de um mundo cada vez mais digital e interconectado.

### 3 O PRODUTO EDUCACIONAL E SUA IMPLEMENTAÇÃO NA ESCOLA

Este capítulo é dedicado à descrição do desenvolvimento da intervenção didática, ao produto educacional, ao local da aplicação e o público alvo. Para esse propósito, os capítulos estão organizados da seguinte maneira: os lócus da aplicação da UEPS, o público alvo, a elaboração e estruturação do produto educacional e a descrição dos encontros realizados.

#### 3.1 Lócus da aplicação da UEPS e público alvo

O produto educacional foi aplicado na EEEFM Plácido de Castro, localizada no município de Jaru, Estado de Rondônia. Salienta-se que a referida escola concedeu autorização para o desenvolvimento da UEPS, de acordo com o Apêndice A. A Figura 1 apresenta uma imagem da escola.

Figura 1 - Escola de aplicação do Produto.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

A referida UEPS foi aplicada a uma turma de alunos do 3º ano do Ensino Médio, que tem em torno de 25 a 30 alunos com faixa etária entre 16 e 17 anos.

A EEEFM Plácido de Castro começou a funcionar em 1970, tendo surgido para atender à necessidade da clientela existente em Jaru, na época, impulsionada pela migração. Seu funcionamento estava a cargo do Projeto de Ouro Preto e suas primeiras salas de aula ficavam localizadas no prédio do INCRA<sup>1</sup>.

A escola obteve autorização de funcionamento para vários cursos: Ensino Fundamental (21 de agosto de 1978, através do decreto nº 78, homologado no mesmo ano). Magistério (1979, através do decreto nº 982), Técnico em Contabilidade (1987, mediante a Portaria 105/GAB/SEDUC), Pré-escolar (Resolução nº 65/88) e formação geral (1998).

Atualmente, mantêm o ensino fundamental de 6º ao 9º ano, Novo Ensino Médio e Mediação Tecnológica<sup>2</sup>. O nome da escola originou-se de uma homenagem ao gaúcho José Plácido de Castro, nascido em São Gabriel/RS e falecido no território do Acre. Aluno da Escola Militar de Porto Alegre preferiu o desligamento a ter de lutar contra o Marechal Floriano por ocasião da revolução de 1893.

Atualmente a escola funciona sob a denominação de Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Plácido de Castro, conforme Decreto nº 589 de 29/04/1970 e Portaria nº 4562/15/10/GAB/SEDUC – 11/06/2010/CEE/RO, com sede à Rua Plácido de Castro, nº 2648, Setor 05.

Sua entidade mantenedora é o Governo do Estado de Rondônia. Atende uma contingência de 825 alunos do ensino fundamental e médio. Possui 23 salas de aula e conta nos dois períodos, com um total de 29 turmas na área urbana, sendo 17 turmas de Ensino Fundamental – séries finais, 10 turmas do Novo Ensino Médio, e 02 turmas de Atendimento Educacional Especializado. Já na área rural possui 06 turmas, sendo as turmas do Ensino Médio atendidas pelo projeto de Mediação Tecnológica. Totalizando assim, 35 turmas atendidas por esta instituição de ensino. A Figura 2 mostra uma vista aérea da escola.

---

<sup>1</sup> INCRA: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

<sup>2</sup> Mediação Tecnológica: Projeto que busca atender o Ensino médio por meio de transmissão via satélite, levando aulas ministradas em estúdio para as salas de aula da zona rural.

Figura 2 - Vista aérea da escola de aplicação do produto



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

### 3.2 Uma UEPS como produto educacional

O produto educacional que está vinculado a presente dissertação foi concebido com o intuito de auxiliar professores de Química do Ensino Médio no processo de ensino-aprendizagem, trazendo como título “*Radioatividade: uma UEPS Intercedida pelas Tecnologias digitais*”. O referido produto educacional foi idealizado e estruturado em formato de uma UEPS, sistematizada à luz dos oito passos elencados por Moreira (2009), bem como contextualizada e intercedida pelas TICs.

Em conformidade com o exposto, o conteúdo de Radioatividade foi abordado e contextualizado por meio dos avanços tecnológicos proporcionado pelo estudo dos elementos radiativos, em todas as suas vertentes, as usinas nucleares, a construção da bomba atômica bem como os benefícios alcançados na medicina nuclear. No que se refere às atividades intercedidas pelas tecnologias digitais destaca-se a utilização de vídeos, softwares e simuladores. No Quadro 4 apresenta a UEPS com a sistematização dos oito passos, de forma sucinta, e em seguida procedemos a descrevê-los de forma mais detalhada. A Figura 3 mostra a capa do produto educacional.

Quadro 4 - Sistematização da UEPS

Passos da UEPS	Descrição Breve	P*
1º - Tópico específico	Sistematização dos passos e planejamento das atividades	-
2º - Sondagem dos conhecimentos prévios	Vídeo: Heróis da humanidade – Marie Curie; sondagem dos conhecimentos através de questionário	1

3° - Situação-Problema I	Documentário: <i>Chernobyl: A História Completa</i> ; roda de conversa sobre crise hídrica e disponibilidade de energia.	2
4° - Diferenciação progressiva	Trabalhando conceitos sobre os tipos e características das emissões atômicas; utilização de software sobre decaimentos radioativos e questionário de aprendizagem.	3
5° - Situação problema de maior complexidade	Reportagem: <i>Chernobyl 30 Anos</i> ; aprofundamentos dos conceitos científicos, utilização de laboratório virtual radioativo e sondagem dos conhecimentos por meio do aplicativo kahoot.	4
6° - Reconciliação integradora	Vídeo: <i>A importância da medicina Nuclear</i> ; Atividade de pesquisa sobre radiofármacos.	2
7° - Avaliação da aprendizagem	Aplicação de um júri simulado como verificação qualitativa da aprendizagem	3
8° - Avaliação do êxito da UEPS	Avaliação progressiva durante o processo de aprendizagem	-

\*sugestão de tempo junto à turma: períodos de 50 minutos.  
 Fonte: Autor, 2023.

Figura 3 - Capa do produto educacional



Fonte: Autor, 2023.

### 3.3 A descrição dos encontros

Para a aplicação do presente produto educacional foram utilizados 15 encontros de 50 minutos cada, tempo que se refere ao período de cada aula na escola que foi realizada a intervenção didática em questão. A seguir descrevem-se um pouco mais detalhadamente os encontros a serem realizados à luz dos momentos da UEPS.

Como o pesquisador também acumula o cargo de professor da turma, nas aulas que antecedem os encontros, a proposta da UEPS foi apresentada aos alunos descrevendo como aconteceria o seu desenvolvimento, bem como foi entregue aos estudantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que os pais possam assinar, e o Termo de Assentimento livre e Esclarecido (TALE) para os alunos participantes da pesquisa, de acordo com os Apêndices B e C, respectivamente.

#### 3.3.1 Levantamento dos Conhecimentos Prévios

No primeiro encontro foi feita a sondagem dos conhecimentos prévios através do recurso digital “*mentimeter*”, em especial o recurso “*word cloud*” é uma plataforma colaborativa para criar apresentações permitindo a interação em tempo real dos estudantes, permitido assim ao professor obter informações do conhecimento empírico dos participantes de forma generalizada. Em seguida os alunos foram convidados a assistirem ao vídeo que trata da vida e Obra de Marie Curie, intitulada: “*Heróis da Humanidade: Marie Curie*” vídeo este que se encontra disponível a plataforma de vídeo YouTube®, de acordo com a Figura 4.

Figura 4 - Recorte do vídeo *Heróis da Humanidade – Marie Curie*



Fonte: <https://www.youtube.com>

Após os estudantes assistirem a biografia, foi aplicado um questionário por meio da plataforma “Typeform”, que é uma ferramenta interativa gratuita que facilita a criação de questionários com layout agradável e bastante intuitivo. O objetivo dessa atividade foi o levantamento dos conhecimentos prévios, bem como aqueles que foram adquiridos por intermédio da obra assistida. foram utilizadas questões como:

- 1) *Qual é o seu nome*
- 2) *Você já ouviu falar sobre radioatividade?*
- 3) *Para você, o que significa a palavra radioatividade?*
- 4) *Cite quatro termos que você associa à palavra “radioatividade”:*
- 5) *Cite os benefícios que você acha que a radioatividade proporciona a sociedade*
- 6) *Cite os malefícios que você acha que a radioatividade trouxe para a sociedade*
- 7) *Você sabe como a radioatividade ocorre?*
- 8) *Você sabe o que é uma Meia-vida?*
- 9) *Você já ouviu falar de algum acidente envolvendo radioatividade? se sim, diga qual.*

A Figura 5 mostra o recorte de umas perguntas na plataforma.

Figura 5 - Questionário na plataforma Typeform

Fonte: <https://1s2ob03qdn1.typeform.com/to/UcLqIOYV>

### 3.3.2 Situação – problema I

Neste momento para a contextualização em uma situação problema que aguce a curiosidade dos alunos, os mesmos foram convidados a assistirem ao documentário intitulado: “Chernobyl: A História Completa” que relata a história do acidente nuclear acontecido na antiga União Soviética. A Figura 6 elucida um recorte do documentário que está disponível no YouTube®.

Figura 6 - Recorte do documentário *Chernobyl: A História Completa*



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o>

Após esse momento, os alunos foram direcionados a uma roda de conversa para debater o acidente e o contexto histórico. Como atividade para esse momento será sugerido que os alunos formem grupos com três ou quatro integrantes para responder a seguinte questão: “*Os acidentes em usinas reacendem as discussões daqueles 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 façam, a socialização do resultado final para os demais colegas.

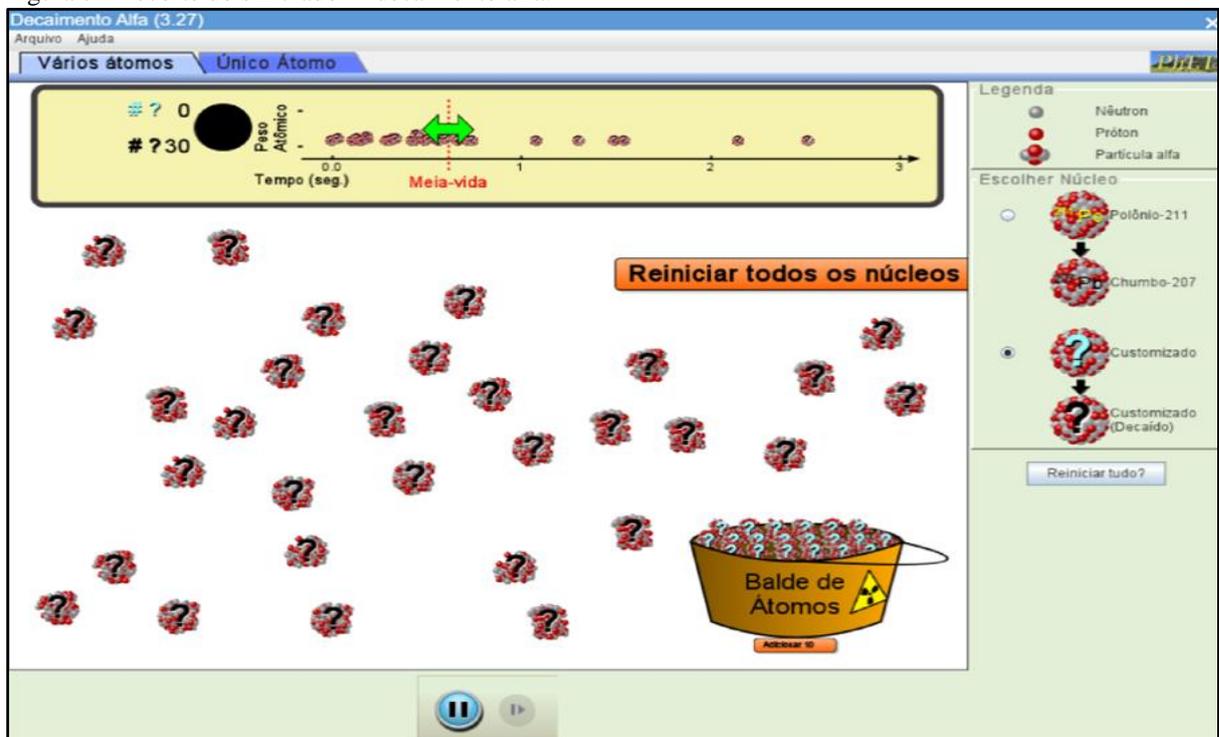
### 3.3.3 Diferenciação progressiva

Neste momento o professor trabalhou as emissões radioativas, levando em conta a diferenciação progressiva, iniciando a aula sempre abordando os aspectos gerais, trazendo uma visão geral do todo, incluindo aos poucos os aspectos específicos, buscando sempre a interação e participação dos alunos, abordando assim as características peculiares das emissões alfa, beta e gama. A escolha a utilização de data show, com o objetivo a explanação e exibição de uma aula expositiva dialogada, os slides<sup>3</sup> são baseados no livro didático adotado pela escola do corrente ano, buscando assim facilitar o acompanhamento dos estudantes e possíveis revisões quando necessárias.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1bPOSMc22rEGKEIDuRF7T-3yklomqb81w/view?usp=sharing>

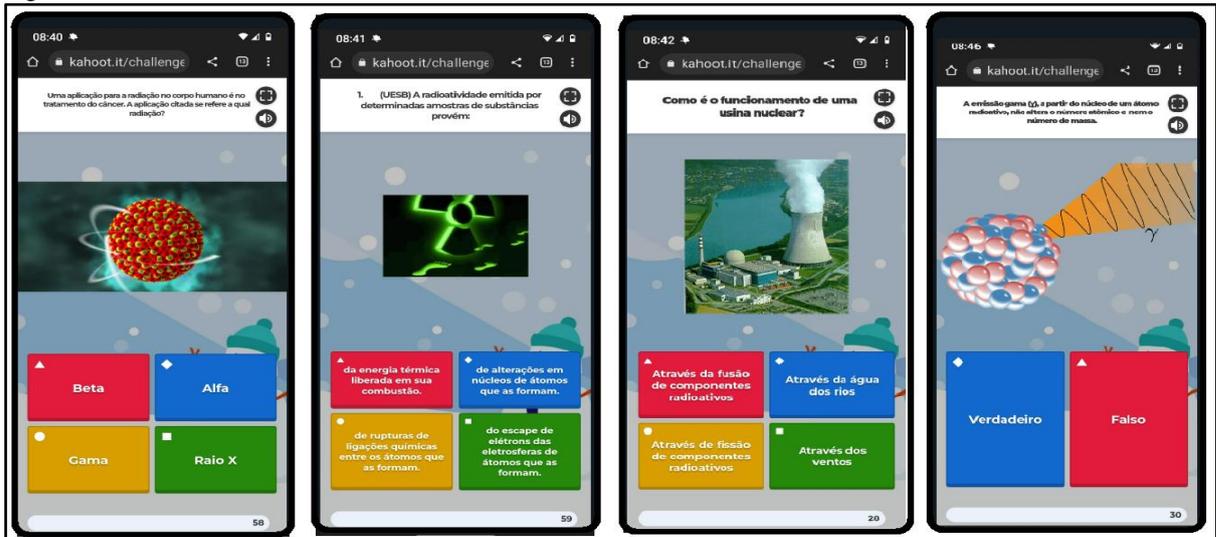
Dando seguimento a esse momento, os estudantes foram conduzidos ao laboratório de informática e foram apresentados os simuladores de decaimento radioativo *Phet Colorado*<sup>®</sup>, de acordo com a Figura 7. As simulações baseiam-se em extensa pesquisa em educação que envolve os alunos através de um ambiente intuitivo, proporcionado que os alunos aprendam através da exploração e descoberta. Logo depois, foi averiguado o entendimento dos estudantes com relação ao conteúdo explanado, para tal atividades foi utilizado o aplicativo *Kahoot*<sup>®</sup> <<https://kahoot.com/schools-u/>>, que permitiu ao professor acompanhar em tempo real as partes do conteúdo que obtiveram maior ou menor entendimento, podendo assim retomar esses pontos específicos e reforça-los. A Figura 8 mostra o Recortes de tela da atividade no *Kahoot*.

Figura 7 - Recorte do simulador – decaimento alfa.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay&locale=pt_BR)

Figura 8 - Recortes de tela da atividade no Kahoot



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>

Neste momento os estudantes fizeram uma atividade nos mesmos moldes que são cobrados nos vestibulares, para tal atividade escolhemos dez questões, todas oriundas da internet, embasadas no conteúdo explanado. Essa atividade permite ao professor fazer uma avaliação acerca do entendimento dos alunos em uma abordagem mais sistemática. O Apêndice D apresenta as questões de vestibular que serão utilizadas nesse momento.

### 3.3.4 Situação-problema de maior complexidade

Neste momento para retomar o processo de diferenciação progressiva que consiste na abordagem primeiramente de conceitos mais amplos e gerais, e progressivamente a inserção de detalhes mais específicos. Foi sugerido então que os alunos assistam a reportagem intitulada: “*Chernobyl 30 Anos*” que se encontra disponível gratuitamente na plataforma de vídeos YouTube®. Na Figura 9 encontra-se um recorte da reportagem em vídeo.

Figura 9 - Cenas de Fragmentos da Reportagem: *Chernobyl 30 Anos*



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=NZ1-pwXYVSM&ab\\_channel=CANALREDESCOBRINDO](https://www.youtube.com/watch?v=NZ1-pwXYVSM&ab_channel=CANALREDESCOBRINDO)

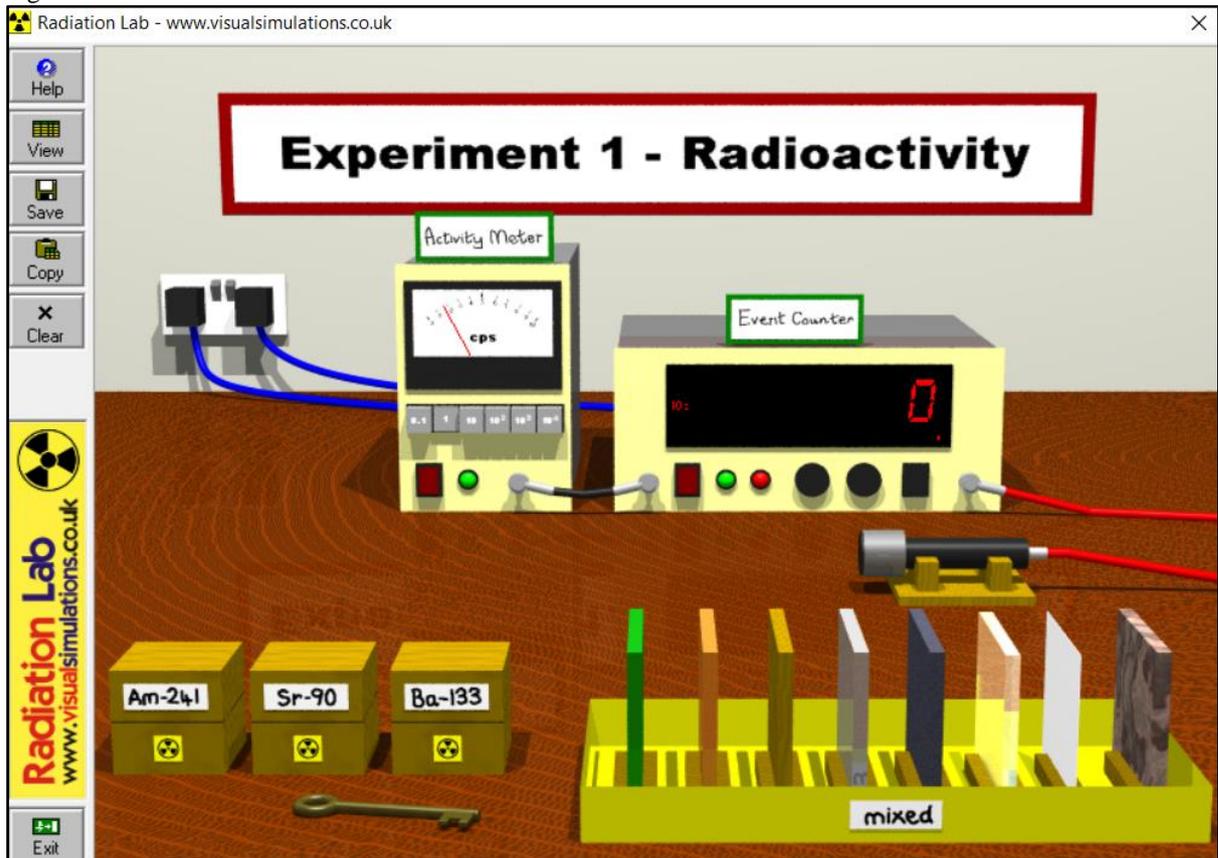
Após os alunos assistirem a reportagem, o professor abordou os aspectos gerais citados, promovendo uma roda de conversa, buscando identificar os conhecimentos empíricos e os adquiridos com a ajuda da película no que tange a radiação e o decaimento radioativo, fazendo isso, o docente introduziu as partes específicas do conteúdo, sempre fazendo uma ponte do saber do estudante com os novos conhecimentos. Com o auxílio de um *data show* foram exibidos *slides*<sup>4</sup> que foram baseados no livro didático, aprofundando os conhecimentos científicos dos estudantes correlacionando-os com o conhecimento adquiridos.

Após esse momento foi feito novamente uso do Kahoot® para sondagem dos conhecimentos explanados, com o intuito de sanar qualquer falha no processo de ensino, sendo assim, foi possível retomar as partes do conteúdo que não foram bem assimilados pelos estudantes. As que foram trabalhadas encontram-se no Apêndice E.

Para o fortalecimento e compreensão dos estudantes, no que tange ao decaimento radioativo, os estudantes foram conduzidos novamente para o laboratório de informática onde será realizada uma atividade no software educacional intitulado: *Radiation Lab*. Trata-se de um laboratório virtual, onde o aluno poderá medir a radiação emitida por alguns isótopos radioativos com o passar do tempo, neste sentido, deve-se escolher um radioisótopo com o período de meia-vida bem curto. A Figura 10 apresenta um recorte de tela do software.

<sup>4</sup> *Radiation Lab*: disponível em:

<<https://drive.google.com/file/d/1xTWc0GQREx1V9zIFAEV8P5Vy4GP04lcA/view?usp=sharing>>. Acesso em: 28 de jan. 2023.

Figura 10 - Recorte de tela do Software *Radiation Lab*

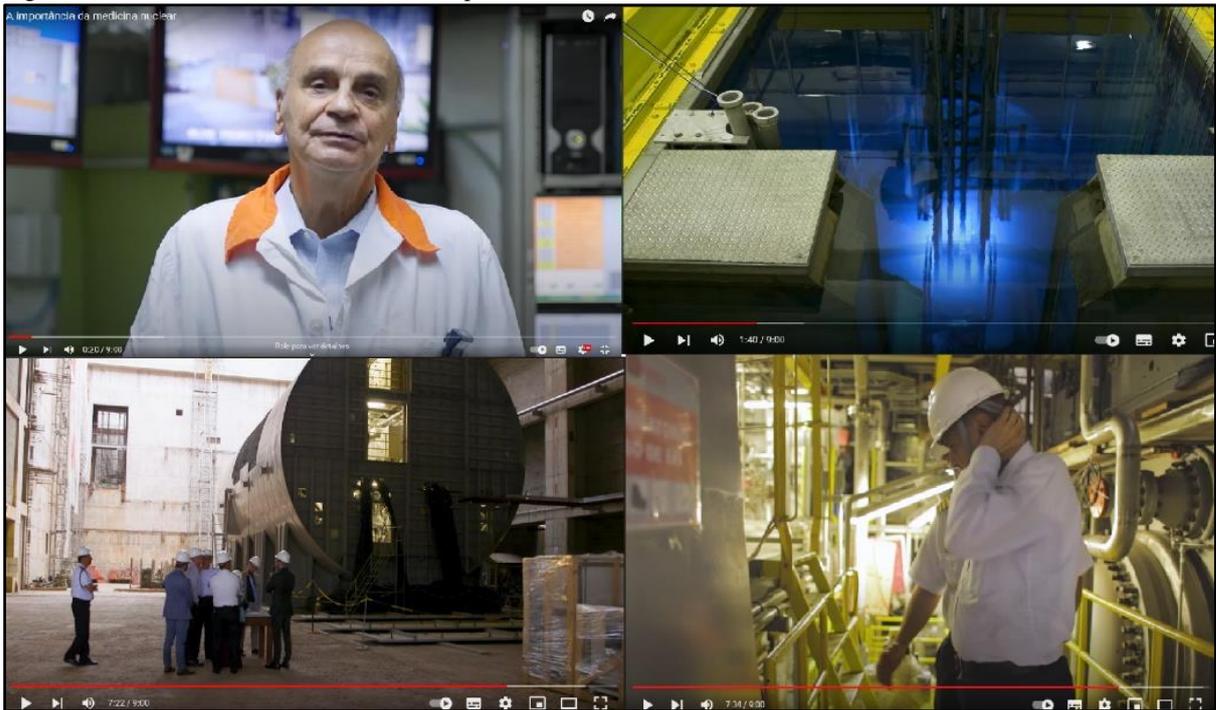
Fonte: <https://radiation-lab.software.informer.com/>

Para desenvolver a atividade os alunos foram divididos em grupos, sendo que no primeiro momento será apresentado o simulador para os alunos, oportunizado esse momento para que os mesmos possam explorar as suas funcionalidades. Em seguida os grupos com o auxílio do software fizeram as medições radioativas do Protactínio:  ${}_{91}\text{Pa}^{234}$ , esse isótopo apresenta tempo de meia-vida bastante curto se tornando assim uma boa opção para o aprendizado de medições radioativas pelos estudantes, podendo assim repetir várias vezes as medições em um período curto de tempo. os estudantes foram orientados a conversar entre si e determinar os intervalos de tempo das medições para ser utilizado no software, em seguida quando os grupos já estavam familiarizados com o *Radiation Lab*, eles foram orientados para que fazer a medição do decaimento do Protactínio ( ${}_{91}\text{Pa}^{234}$ ) em intervalos de tempos iguais, ao finalizarem as medições, os estudantes copiaram os dados medidos e transcreveu-os para uma planilha do Excel<sup>®</sup>, e com a ajuda desta ferramenta, os mesmos construíram o gráfico de decaimento exponencial do radioisótopo e determinar o tempo de meia-vida deste elemento químico.

### 3.3.5 Reconciliação integradora

Nesta etapa, o professor apresentou um vídeo que mostrou os benefícios que a Radioatividade trouxe a sociedade moderna. Para tal, elencou-se o vídeo: “A importância da medicina Nuclear”, que trata da produção e utilização dos radioisótopos medicinais. A Figura 11 apresenta um recorte de tela do vídeo disponível no YouTube®.

Figura 11 - Recortes de tela do vídeo “A importância da medicina Nuclear”



Fonte: YouTube<sup>5</sup>

Após os estudantes assistirem ao vídeo, foi pedido que realizassem uma atividade de pesquisa em grupo sobre os principais radioisótopos e rádios fármacos utilizados na Química nuclear na atualidade. Esse trabalho teve como objetivo mostrar aos alunos os benefícios que a radioatividade proporcionou à humanidade, bem como criar uma ponte entre o conhecimento científico estudado e suas principais aplicações.

### 3.3.6 Avaliação da Aprendizagem

Para verificar se houve ou não indícios de aprendizagem significativa, nos últimos três encontros, os alunos foram convidados a participarem de um júri simulado. Para isso, a turma

<sup>5</sup> Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs&ab\\_channel=DrauzioVarella](https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs&ab_channel=DrauzioVarella)> Acesso em: 28 de jan. 2023.

foi convidada a assistir a um vídeo em forma de documentário, intitulado: “O Problema da Energia Nuclear”, disponibilizado gratuitamente na plataforma de vídeo *YouTube*<sup>6</sup>. Com duração de dez minutos, o vídeo versa sobre os pontos positivos e negativos da utilização das usinas nucleares. Em seguida foi exibido outro vídeo de curta duração que trata da crise hídrica e os problemas enfrentados pelas usinas hidroelétricas, com o título: “Crise Hídrica: O Brasil à beira do apagão em 2021”, que se encontra disponível na mesma plataforma de vídeo<sup>7</sup>. Dessa forma, os vídeos foram utilizados como temas motivadores, e os seus conteúdos levaram os alunos a refletirem sobre a crescente demanda do consumo de energia, frente às possíveis crises hídricas, sustentando, ainda, que a energia nuclear poderá suprir essa demanda. A turma foi dividida em dois grupos: os que são a favor e os que são contra a construção de novas usinas nucleares. Com isso, foi possibilitado que os alunos defendessem suas posições, de maneira crítica e argumentativa, por meio de um “júri simulado”. Logo, cada grupo pôde estudar e apresentar conteúdos e evidências que corroboraram suas argumentações.

Para organização da atividade do júri simulado, o trabalho foi dividido em três momentos, a saber:

1º Momento: Planejamento dos trabalhos, levantamentos de conteúdos e evidências, definição da estratégia e escolha dos representantes;

2º Momento: Materialização das estratégias, como a produção de vídeos que potencializam a argumentação do grupo, produção de evidências que poderão serem apresentadas;

3º Momento: Apresentação do “júri simulado”.

Esta atividade teve por objetivo avaliar o discurso e o conhecimento do estudante, bem como sua evolução na busca por elementos que sustentassem a presença de indícios de uma aprendizagem significativa.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=SN1BdhITfTA&ab\\_channel=vejapontocom](https://www.youtube.com/watch?v=SN1BdhITfTA&ab_channel=vejapontocom)>. Acesso em: 29 de jan. 2023.

<sup>7</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SN1BdhITfTA>>. Acesso em: 29 de jan. 2023.

## 4 A PESQUISA

Este capítulo tem como finalidade apresentar as características da pesquisa realizada, bem como o objetivo de buscar sustentações que possam responder aos questionamentos levantados inicialmente neste estudo, elencando elementos que possam analisar de forma sistemática a viabilidade da UEPs frente aos objetivos educacionais. Dessa forma, baseado no que foi mencionado, a presente pesquisa é norteada pelo seguinte questionamento: *Quais as contribuições de uma UEPS, associada a Tecnologias Digitais e intermediada por elas, no ensino de radioatividade no Ensino Médio?*

Com o objetivo de procurar responder a esses questionamentos, o capítulo busca caracterizar a pesquisa e sua fundamentação teórica, bem como apresentar os instrumentos a serem utilizados para produção dos dados, bem como o lócus da prática, o público-alvo envolvido e os resultados alcançados.

### 4.1 Caracterização da pesquisa

A metodologia de pesquisa visou averiguar de forma satisfatória os questionamentos propostos neste estudo, bem como analisar a viabilidade da UEPS no âmbito de averiguação de indícios de aprendizagem significativa.

Para tal, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa que consistiu em analisar os detalhes do processo de ensino aprendizagem. Neste sentido, Bogdan e Biklem (2010) enfatizam que, na abordagem de investigação qualitativa, se torna necessário avaliar o ambiente além da rotina. Para tal pesquisa deve-se observar diversos fatores, como o local e o tempo adequado para a realização das tarefas propostas e a metodologia a ser utilizada para o levantamento de dados.

Neste contexto, o estudo atual é caracterizado como uma pesquisa-ação, conforme definido por Tripp (2005, p. 445), que descreve essa abordagem como “[...] é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores, de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos [...]”.

## 4.2 Os instrumentos para produção de dados e sua análise

Como instrumentos de coleta de dados foi utilizado o diário de bordo, contendo o relato do professor-pesquisador, frente à prática docente, no qual foram registradas as atividades desenvolvidas, a data e a hora e o tempo gasto para realização da tarefa. Nele também foi descrito o envolvimento dos estudantes, sendo finalizado com a análise: reflexão e avaliação crítica do trabalho evidenciado por Zabalza (2004, p. 12).

[...] o diário de bordo constitui um espaço destinado a registros, anotações e reflexões individuais sobre um determinado processo de aprendizagem. Nele, é possível proceder a anotações relacionadas às experiências vivenciadas e observadas no contexto escolar, registrando todas as ações desenvolvidas e a movimentação dos estudantes durante a aula. Além disso, o diário possibilita o registro do olhar do pesquisador sobre a sala de aula e os alunos.

O diário de bordo de um professor-pesquisador desempenha papel fundamental no processo ensino-aprendizado e na pesquisa pedagógica, servindo como espaço de registro e reflexão, permitindo que o professor acompanhe atentamente o desenvolvimento de suas aulas, suas estratégias de ensino, as interações com os alunos e as dinâmicas de sala de aula. Permite ao professor documentar as observações. Esses apontamentos não apenas ajudam o professor a manter um registro organizado da prática docente, mas contribui significativamente para o aprimoramento contínuo de ensino, tornando-se uma ferramenta valiosa para a pesquisa de ensino.

Com o objetivo de avaliar a UEPS e as contribuições que as TICs promoveram no processo de aprendizagem, bem como o progresso dos conhecimentos científicos à luz de diversos recursos digitais e ainda de encontrar indícios de aprendizagem significativa, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados, além do diário de bordo do professor-pesquisador, questionários, debates em grupo, materiais produzidos e o “júri simulado”.

Os dados produzidos por meio dos instrumentos mencionados anteriormente foram analisados usando uma abordagem da análise descritiva. Segundo a perspectiva de Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como finalidade a familiarização com um tema ainda pouco conhecido ou explorado, considerando a natureza dos dados e os objetivos específicos desta pesquisa.

### 4.3 Resultados alcançados

Nesta seção, os resultados oriundos da implementação da sequência didática são trazidos à tona e sujeitos a discussão, tal como delineado anteriormente. A análise dos dados começa com a exploração das informações provenientes dos instrumentos de coleta de dados, dividindo-se em quatro categorias subjacentes específicas: “Conhecimentos Prévios”, “Situações Problema”, “Diferenciação Progressiva” e “Reconciliação Integradora”, além do “Júri Simulado”. Portanto, este capítulo segue uma organização estruturada com nas categorias de análise estabelecidas previamente.

#### 4.3.1 Conhecimentos Prévios

A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, preconizada por Moreira (2011), enfatiza a importância dos conhecimentos prévios no processo de ensino-aprendizagem. Segundo a abordagem, o aprendizado ocorre de maneira mais eficaz quando o novo conhecimento se conecta a conceitos e informações já existentes na mente do estudante. Os conhecimentos prévios servem como uma base sólida sobre a qual novos conceitos podem ser construídos, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura. Dessa forma, os professores são incentivados a diagnosticar e a levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes ao planejarem e implementarem as estratégias de ensino, criando conexões significativas que corroboram e facilitam a compreensão e a retenção do conhecimento. Essa abordagem reconhece a importância de uma aprendizagem ativa, onde os estudantes não são meros receptores passivos de informações, mas sim construtores ativos de significado, incorporando o novo conhecimento a sua estrutura cognitiva.

A primeira manifestação de conceitos subjacentes na estrutura cognitiva dos estudantes pôde ser observada nos registros do diário do professor-pesquisador referente ao primeiro encontro. No trecho transcrito a seguir, pode ser observado que os alunos estabeleceram relações entre a radioatividade e algum conhecimento observados na sociedade em que estão inseridos.

No primeiro momento em que foi pedido aos alunos que conectassem seus celulares na plataforma “*mentimeter*” e pedido para escrevessem o que eles entendiam sobre o conceito de radioatividade, alguns estudantes já começaram a manifestar os seus subsunçores, compartilhando com os colegas: foi possível identificar falas como, produção de energia, acidentes nucleares, bombas atômicas. Após todos se conectarem, os alunos foram convidados a participar da atividade (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 23/08/2023).

Desde o momento em que deram início à atividade na plataforma, os alunos não hesitaram em compartilhar entre si as nuances de seus conhecimentos sobre radioatividade. De forma imediata, começaram a “brotar” ideias e conceitos que já residiam em sua estrutura cognitiva, revelando a riqueza de seus conhecimentos individuais. Tornou-se evidente que as ideias e conceitos, oriundos de suas próprias jornadas de vida, eram habilmente invocados na tentativa de dar significado à pergunta que foi proposta. Todo esse processo reflexivo e interpretativo ficou registrado de maneira detalhada no diário de bordo datado de 23/08/2023, proporcionando uma valiosa perspectiva sobre o entrelaçamento entre os subsunçores dos estudantes e a compreensão e explicação de novas experiências presentes.

Em uma seção subsequente do diário de bordo do professor-pesquisador, percebe-se a inquietação dos educandos ao tentarem desvendar e explicar as razões por trás das diferentes visões sobre a radioatividade, destacando um esforço constante em compreender as diferentes respostas vivenciadas com os próprios colegas e suas percepções. Isso ressalta, uma vez mais, a presença de subsunçores entrelaçados ao tema, revelando-se como elementos fundamentais, que moldam as interpretações diversas dos estudantes:

Um estudante justificou que tudo que sabia sobre radiatividade era consequência das bombas atômicas, deixando um resíduo radioativo nos lugares das explosões. Já um outro aluno disse que sempre associou a radioatividade às usinas nucleares. Um terceiro estudante contribuiu com a discussão, revelando que suas concepções sempre estiveram associadas a uma visão negativa da radiação, influenciada pelos efeitos prejudiciais constantemente abordados em filmes sobre as consequências maléficas das radiações nucleares (DIÁRIO DE BORDO, anotação do dia 23/08/2023).

Mesmo em um ambiente propício para as discussões de aprendizagem, foi perceptível que alguns alunos não se sentiram encorajados a participarem do debate, no entanto, mostraram-se prontos e dispostos a participar da atividade “nuvem de palavras”. A implementação dessa estratégia se mostrou eficaz na identificação de conhecimentos prévios, os quais foram construídos a partir de conceitos provenientes dos questionamentos. Assim, a atividade pôde garantir que todos os estudantes pudessem expressar seus conhecimentos prévios, sem se exporem muito e superando sua timidez. A produção da “nuvem de palavras” ocorreu de forma virtual e sem identificação dos participantes. Essa estratégia resultou em uma compilação rica de conceitos e, sobretudo, em exemplos de situações intimamente ligadas ao assunto em discussão. O levantamento dos conhecimentos dos alunos ressaltou que a vivência pessoal de cada estudante teve um papel na construção desses conhecimentos prévios, sublinhando a singularidade das experiências individuais de cada um.

A Figura 12 mostra que conceitos como radiação, energia e o acidente nuclear de Chernobyl foram os que mais apareceram, mostrando assim uma percepção mais ampla dos estudantes.

Figura 12 - Nuvem de palavras formada com conceitos subsunçores



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Foi possível notar, ainda, mais detalhadamente, que a expressão “Radiação e energia” se destacou notavelmente na nuvem de palavras, revelando conhecimentos prévios que conectaram diretamente aos fenômenos experimentados no cotidiano dos alunos. Além disso, expressões como “Núcleo”, “Usina”, “Doenças” e “Partículas” apareceram de forma repetida, corroborando a presença de conceitos prévios prontos para serem explorados. No que diz respeito às palavras “Chernobyl” e “Césio”, alguns relatos específicos foram cuidadosamente registrados no diário de bordo, conforme transcrito a seguir:

Um estudante relatou que ao assistir a um documentário, ficou bastante impressionado pelos relatos dos acidentes nucleares de Chernobyl e do Césio-137. Sobre a tragédia de Chernobyl, que ocorreu na Ucrânia, antiga União Soviética, ele disse: “Fiquei impressionado com os efeitos destruidores da explosão na usina nuclear, vendo a evacuações em massa da população e a contaminação das áreas vizinhas”. Outro relato no documentário foi o acidente com o césio-137 em Goiânia: “A forma como a cápsula contendo o material radiativo foi indevidamente descartada e aberta por um morador foi assustador” (DIÁRIO DE BORDO, 23/08/2023).

Prosseguindo com as atividades, disponibilizamos para os alunos que explorassem a biografia de Marie Curie, apresentada em forma de animação, disponível na plataforma *YouTube*<sup>8</sup>. Além de assistir ao vídeo, incentivamos-os a que refletissem sobre a vida e os feitos

<sup>8</sup> Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=pFfp4mc11A0>>. Acesso em: 29 de jan. 2023.

da cientista, avaliando sua significativa contribuição para os progressos científicos de que a sociedade contemporânea desfruta.

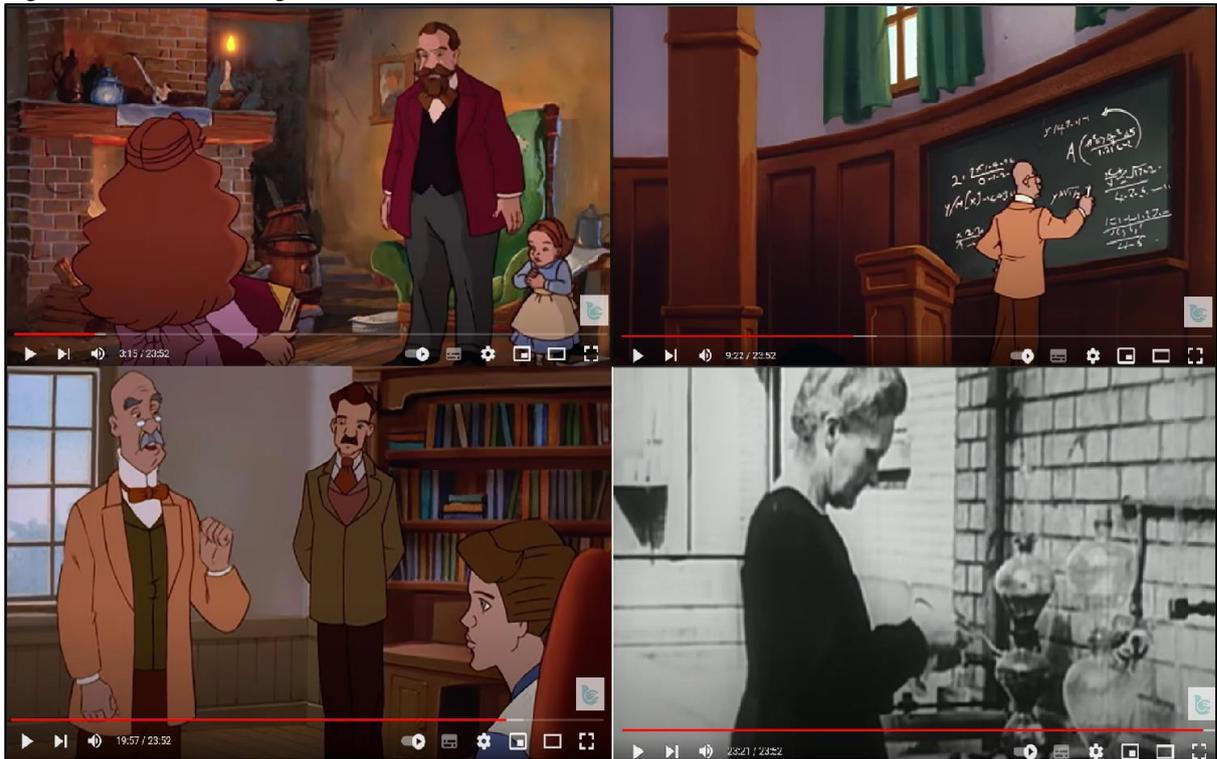
Ao término do vídeo, perguntamos aos alunos o que eles acharam do filme. Uma aluna prontamente disse: “Que *top* professor! Achei muito legal! Procure passar mais vídeos como esse para a gente!”. Um segundo aluno se manifestou que gostou de conhecer a vida de Marie Curie: “Percebi que ela foi uma cientista que desafiou as regras da sociedade de sua época. Assistir ao vídeo sobre a vida dela no *YouTube* foi como viajar no tempo e entender como ela fez descobertas importantes, especialmente sobre elementos radioativos”. Uma terceira estudante relatou que gostou do vídeo e que apesar das dificuldades que ela (Marie Curie) teve que superar, contribui muito para a ciência, e que gostaria de ser inteligente como a cientista (DIARIO DE BORDO, 23/08/2023).

Ao apresentar aos alunos a vida e a obra de Marie Curie, foi interessante observar como seus conhecimentos prévios se conectaram naturalmente ao cenário da época e aos desafios enfrentados por essa cientista. Alguns alunos, ao refletirem sobre suas próprias experiências, puderam identificar paralelos entre os obstáculos superados por Curie e os desafios atuais relacionados à igualdade de gênero e à busca por reconhecimento em campos dominados por estereótipos.

Ao discutirmos sobre as dificuldades enfrentadas por Curie, uma aluna afirmou que: “Não tinha mudado muita coisa desde aquela época até hoje, pois em áreas dominadas por homens, as mulheres têm que provar seu valor”. Nota-se que a resistência que Curie encontrou *por ser uma mulher em sua época, ainda ecoam nos desafios contemporâneos*” (DIARIO DE BORDO, 23/08/2023. Grifos meus).

Essa ponte entre os conhecimentos prévios e a história de Marie Curie não apenas enriqueceu a compreensão dos alunos sobre a pesquisadora, mas também estimulou uma apreciação mais profunda entre a ciência e a sociedade, com o passar do tempo. A seguir, a Figura 13 apresenta fragmentos do vídeo que destacam a vida e obra de Madame Curie ao se tornar a primeira mulher a receber um Prêmio Nobel, não apenas uma, mas duas vezes, nas áreas de Física e Química.

Figura 13 - Cenas dos fragmentos de Heróis da Humanidade – Marie Curie



Fonte: YouTube

Geller (2021) destaca inúmeros pontos positivos associados à integração de tecnologias digitais no processo educacional. A inserção destas tecnologias no processo de ensino contribuiu significativamente para o engajamento dos alunos no processo de ensino. Os resultados evidenciaram não apenas a efetividade de ensino, mas também indicaram fortes indícios de aprendizagem significativa, proporcionando uma transformação do ambiente de ensino em algo mais atraente e interessante para o estudante. A pesquisa de Geller (2021) ressalta a importância da integração inteligente de tecnologias digitais no ambiente educacional, como uma estratégia pedagógica efetiva para potencializar a aprendizagem dos estudantes.

Corroborando com Geller (2021), a participação dos alunos nas atividades mediadas por recursos digitais revelou-se como um terreno fértil para o florescimento do entusiasmo e do engajamento dos alunos no ambiente educacional. A dinâmica interativa, proporcionada por essas ferramentas, desperta a curiosidade dos estudantes, transformando o aprendizado em uma experiência mais atrativa e estimulante.

Após a exibição e discussão da biografia de Marie Curie, aplicamos um questionário *online* por meio da plataforma “Typeform®”. Essa ferramenta interativa e gratuita simplifica a elaboração de questionários, oferecendo um *layout* atraente e altamente intuitivo. Esse recurso proporcionou uma experiência de interação envolvente, contribuindo para a aprendizagem mais participativa.

Na primeira pergunta do Typeform<sup>®</sup>, os alunos foram indagados sobre seus conhecimentos a respeito da radioatividade. Perceber-se, 55% dos alunos afirmaram ter algum conhecimento sobre o tema, indicando, possivelmente, um nível de familiaridade sobre o tema. Por outro lado, 45% admitiram apenas ter ouvido falar sobre radioatividade, sugerindo um conhecimento mais superficial ou uma exposição casual ao assunto. Esse contraste nas respostas destaca a diversidade de experiência e níveis de informação dentro de uma mesma turma, evidenciando a importância de uma abordagem pedagógica que possa atender às diferentes necessidades de aprendizado.

Na pergunta seguinte, foi perguntado aos estudantes: “Para você, o que significa radioatividade?” Obteve-se uma gama de respostas, refletindo a variedade de percepções e compreensões sobre o tema. Algumas respostas enfatizaram os aspectos perigosos associados, como a menção em algumas respostas como “gás venenoso” e “doenças”, indicando uma consciência dos potenciais riscos. Outras respostas evidenciaram uma compreensão mais técnica, descrevendo a radioatividade como a “liberação de uma energia invisível chamada de radiação ionizante”, enfatizando o processo pelo qual a radiação é emitida a partir de materiais radioativos. A variedade de respostas destaca a complexidade do conceito de radioatividade na mente dos estudantes, abrangendo desde a percepção de perigo até uma compreensão mais científica do fenômeno. Essa diversidade de respostas ressalta a importância de um ensino mais abrangente sobre o assunto, visando à disseminação de informações mais precisas e à promoção de uma compreensão mais completa e consciente do fenômeno radioatividade.

[...] o que se propõe é criar um ambiente investigativo na sala de Química de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 11).

No próximo questionamento, foi pedido ao aluno: “Cite quatro termos que você associa à palavra radioatividade”. As respostas obtidas revelam uma gama de interpretações e de níveis de conhecimentos dentro do grupo. Alguns estudantes, ao mencionarem termos como “tóxico”, “radiação” e “usina”, evidenciam uma percepção predominantemente associada aos riscos e aos perigos da radioatividade. Outras respostas, como “liberação de energia” e “energia invisível chamada radiação”, indicam um entendimento mais conceitual, destacando a ênfase na energia liberada durante processos radioativos. Por outro lado, termos como “Chernobyl”, “urânio”, “elementos químicos” e “morte” denotam uma conexão com eventos históricos impactantes da radioatividade. Essa variedade de respostas sublinha uma complexidade do tema e destaca a

necessidade de abordagens didáticas que não apenas informem sobre os conceitos fundamentais, mas também abranjam as implicações sociais, históricas e ambientais, associadas à radioatividade, visando a uma compreensão mais abrangente por parte dos alunos.

As respostas obtidas ao se questionar a turma de alunos para que citassem os benefícios que a radiatividade pode proporcionar à sociedade, revelam uma compreensão geralmente voltada para as aplicações médicas e terapêuticas. Alunos destacaram o papel da radioatividade no tratamento do câncer, reconhecendo-a como uma ferramenta valiosa na medicina. A menção à capacidade de interação com o corpo humano e as alterações das estruturas celulares ressalta o entendimento de que a radioatividade é empregada de maneira controlada para fins benéficos, como o diagnóstico e tratamento de doenças. Apesar de alguns alunos não se manifestarem e de não conseguirem citar nenhum benefício, em conjunto, suas respostas destacam a percepção positiva da radioatividade como ferramenta essencial, especialmente no campo da medicina.

Depois de perguntar aos estudantes os benefícios da radioatividade, foi pedido que eles citassem os malefícios que a radioatividade trouxe para a sociedade. Ao explorar as percepções dos alunos sobre os malefícios atribuídos à radiatividade, emergiu uma consciência dos riscos e danos intrínsecos dessa forma de energia. A menção direta a “mortes” sugere uma compreensão da gravidade das consequências, remetendo possivelmente a eventos passados, marcados por tragédias ligadas à exposição radioativa. As palavras “náuseas”, “vômitos” e a expressão “queda de cabelo” acrescentam uma camada de detalhes mais palpáveis, indicando não apenas aspectos letais, mas também os efeitos imediatos e visíveis da radiação no corpo humano. A percepção de uma “maior chance de uma pessoa desenvolver câncer” demonstra uma compreensão do elo entre a exposição à radioatividade e os riscos a ela inerentes em longo prazo. A referência específica ao incidente do Césio-137 por alguns alunos, acentua a persistência desses malefícios ao longo do tempo, ressaltando a preocupação com os impactos duradouros.

Assim, nota-se uma conexão entre as vivências pessoais de cada aluno e os princípios radioativos. Essa interseção entre a experiência prática e os conceitos teóricos possibilitam ampliar o propósito do aprendizado, proporcionando aos alunos não apenas o reconhecimento dos perigos inerentes aos produtos radioativos, mas também os convidar a mergulharem em uma análise crítica que envolva as complexidades sociais e ambientais do tema.

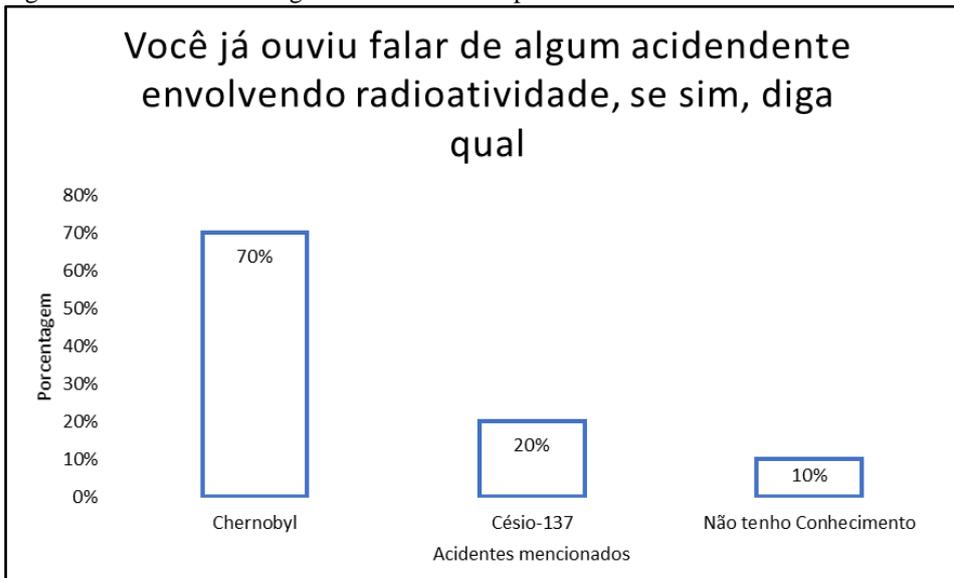
As respostas dos alunos quando perguntado: “Você sabe como a radioatividade ocorre?”, revelam uma lacuna significativa na compreensão científica desse fenômeno. Com notáveis 90% dos estudantes admitindo não terem conhecimento sobre o assunto, é perceptível que existe uma carência no entendimento da base teórica da radioatividade. No entanto, as

respostas como “quando o núcleo libera radiação” e “quando um átomo se desintegra”, indicam um vislumbre de conhecimento, embora de maneira superficial e simplificada. Esses fragmentos de entendimento podem ser considerados como tentativas iniciais de associar a radioatividade a processos nucleares, embora fosse expressa de forma não totalmente precisa. Essa diferença entre a falta de conhecimento científico, da maioria das respostas dos estudantes, destaca a necessidade de preencher essa lacuna dos subsunçores e o conhecimento mais aprofundado, fazendo uma ponte que conecte os conceitos de forma acessível e relevante, aproximando o entendimento dos discentes aos fenômenos mais complexos da radioatividade.

Com o intuito de continuar a explorar os conhecimentos prévios dos alunos, a questão seguinte indagou: “Você sabe o que é uma meia-vida?”. Observamos que todas as respostas convergiram para uma declaração unânime de que o termo não era familiar para nenhum deles. Essa uniformidade na falta de compreensão aponta para uma “brecha” que deverá ser preenchida entre os conhecimentos prévios e o conhecimento específico no âmbito da radioatividade. A ausência de familiaridade com o conceito de “meia-vida radioativa” não apenas destaca uma oportunidade significativa para o aprofundamento, mas revela também a necessidade de uma abordagem educacional que vai além da mera transmissão de informações, visando identificar e preencher lacunas específicas no entendimento dos estudantes.

Ainda no sentido de investigar os conhecimentos prévios dos alunos, foi perguntado aos mesmos “Você já ouviu falar de algum acidente envolvendo radioatividade? Se sim, diga qual?”. As respostas ofereceram *insights* valiosos: 70% mencionaram o desastre de Chernobyl, revelando um conhecimento generalizado desse evento marcante; 20% dos alunos apontaram o incidente envolvendo o Césio-137, indicando uma consciência mais específica de acidentes nucleares, ocorridos em nível regional, como o lamentável episódio que ocorreu em Goiânia; 10% dos alunos admitiram não ter nenhum conhecimento de algum acidente, de acordo com o gráfico apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Gráfico com alguns conhecimentos prévios dos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Neste sentido, o conhecimento prévio dos estudantes é uma âncora fundamental para construção de novos entendimentos e aprendizados. Ao compreender as experiências e as informações de que os alunos já possuem, os educadores podem adaptar suas abordagens, estabelecendo conexões significativas entre o familiar e os novos conceitos. Esse ancoramento do conhecimento prévio serve como ponto de partida, fornecendo uma base sólida sobre a qual novas informações podem ser construídas. Segundo Ausubel et al. (1980, p. 137) “Se quiséssemos reduzir a psicologia educacional a um único princípio, este seria: – O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que sabe e baseie nisso seus ensinamentos”.

As análises realizadas que abrangem tanto as atividades realizadas pelos estudantes, quanto os relatos constantes no “diário de bordo” do professor-pesquisador, sugerem que os alunos possuíam conceitos subsunções em sua estrutura cognitiva, conforme preconizado pela teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Termos como radiação, núcleo, energia e acidentes foram frequentemente identificados, indicando uma base prévia de conhecimento. No entanto, a maioria desses conceitos não estava alinhada de forma cientificamente correta. Outros subsunções, particularmente vinculados à desintegração do núcleo, mostraram-se em concepções mais específicas, embora carecessem de uma estruturação conceitual mais aprofundada. Neste contexto, Ausubel desta a importância de relacionar novas informações aos conhecimentos prévios dos alunos, buscando intervenções que fortaleçam conceitos preexistentes.

#### 4.3.2 Situações-Problema

O debate em torno da definição do termo “problema” permanece em aberto no campo da Didática das Ciências. A complexidade da noção desse termo está intrinsecamente ligada à perspectiva teórica adotada para analisar esse conceito. No entanto, ao examinarmos a literatura, é possível identificar alguns elementos característicos desses desafios. Esses incluem a presença de um obstáculo, um dispositivo que impede a resolução imediata do problema, a relevância, indicando que a solução representa um avanço significativo e a busca ativa por uma solução, estimulando o interesse no processo de resolução (LOPES, 1994).

Nessa perspectiva, Soares et al. (2016) destacam a relevância da resolução de problemas como um poderoso impulsionador da motivação dos estudantes. Isso decorre do envolvimento em situações inéditas, exigindo abordagens distintas e a aplicação de conhecimentos. De acordo com esses autores, o processo de resolução de problemas implica o desenvolvimento de competências, ou seja, a aquisição de diversas habilidades pelo indivíduo que requer a mobilização de conhecimentos, procedimentos e atitudes na busca por soluções para os desafios propostos (SOARES et al., 2016, p. 3).

Moreira (2011), um dos teóricos fundamentais neste estudo, com base nas ideias de Vergnaud (2014), ressalta que as situações-problema desempenham um papel importante na atribuição de significado a novos conhecimentos. Ele enfatiza que a elaboração dessas situações deve ser guiada pelo objetivo de despertar a intencionalidade do estudante em relação à aprendizagem significativa. Adicionalmente, Moreira destaca o potencial das situações-problema em atuar como organizadores prévios, fornecendo uma estrutura que prepara o terreno para a assimilação e a compreensão mais aprofundada dos conceitos a serem abordados. Essa abordagem reforça a importância, não apenas de apresentar informações, mas de cultivar um ambiente educacional que incentive a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

Neste momento da UEPS, procuramos introduzir o conteúdo de maneira envolvente, vinculando-o a uma situação-problema relevante para os alunos, capaz de despertar sua curiosidade. Neste contexto, sugerimos que os alunos assistissem ao documentário sobre o acidente de Chernobyl. Após esse momento, os alunos foram direcionados a participar de uma “roda de conversa”, onde foram discutidos não apenas detalhes do acidente nuclear, mas também o contexto histórico em que ele se desenrolou. Essa abordagem pretendeu não apenas apresentar informações, mas também envolver os alunos em uma reflexão mais profunda sobre as implicações históricas e científicas do acidente de Chernobyl.

Como atividade para esse momento, sugerimos que os alunos se organizem em grupos compostos de quatro estudantes para abordar a seguinte indagação: “Os acidentes em usinas reacendem as discussões entre aqueles que defendem esta matriz energética para a obtenção de energia elétrica e os que são contrários a ela”. Elaborem argumentos favoráveis e contra a este respeito, que devem ser registrados e apresentados posteriormente para os demais colegas.

Nesse momento, os alunos prontamente já se organizaram em grupos e começaram a conversar entre si, buscando responder aos questionamentos propostos. Notou-se que alguns alunos apresentaram algum conhecimento, mesmo de forma superficial, demonstrando interesse em compartilhar suas ideias. À medida que as interações avançaram, a atmosfera da sala se tornou mais agitada com as trocas de informações e pontos de vista (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 25/08/2023).

Nos momentos finais da aula, os alunos procuravam formular os argumentos prós e contras, consolidando as conclusões entre os colegas, durante a resolução do problema. Esse momento de exposição proporcionou não apenas a validação das soluções encontradas pelos estudantes, mas também a oportunidade de aprendizado adicional, permitindo que cada grupo examinasse e colocasse em questão o ponto de vista dos colegas. Isso não apenas enriqueceu a compreensão coletiva do problema, como também fomentou uma troca construtiva.

Na aula seguinte, os alunos fizeram a apresentação de seus argumentos. Percebeu-se, em um primeiro momento, que eles liam os argumentos elencados por eles, sustentando em seguida os seus pontos de vista delineados. Essa estratégia proporcionou uma estrutura sólida à exposição, permitindo que cada equipe transmitisse suas ideias de maneira organizada e coerente. Contudo, à medida que as apresentações avançavam, gradualmente eles passaram a se articular de forma mais fluente e espontânea, demonstrando não apenas uma melhor compreensão do conteúdo, como também uma maior confiança na expressão de suas perspectivas. Essa evolução evidenciou o impacto positivo na dinâmica de grupo e na capacidade de apresentação e argumentação dos estudantes, reforçando a ideia de que a colaboração e a discussão enriquecem o processo de aprendizado e promovem o desenvolvimento das habilidades de comunicação dos discentes.

Corroborando, Anastasiou e Alves (2009, p. 92) descrevem o júri simulado como:

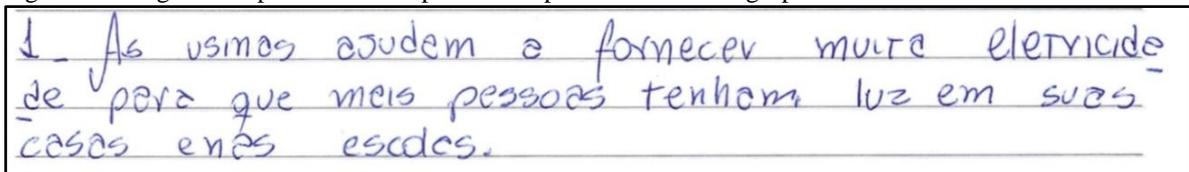
A estratégia de um júri simulado leva em consideração a possibilidade da realização de inúmeras operações de pensamento, como: Defesa de ideias, argumentação, julgamento. Tomada de decisão, etc. Sua preparação é de intensa mobilização, pois, além de ativar a busca do conteúdo em si, os aparatos de outro ambiente (roupas, mobiliário, etc.) oportunizam um envolvimento de todos para além da sala de aula. A estratégia pode ainda ser regada de espírito de dramaturgia, O que deixa a atividade interessante para todos, independentemente da função que irão desenvolver na apresentação final. Essa estratégia envolve todos os momentos da construção do

conhecimento, da mobilização à síntese, pela sua característica de possibilitar o envolvimento de um número elevado de estudantes.

A apresentação dos argumentos prós e contras à matriz energética nuclear, foi bastante interessante: os alunos apresentaram suas opiniões de forma bem elaborada. Ao abordarem as complexidades e implicações, associadas à utilização da energia nuclear, destacaram os benefícios, a eficiência na geração de eletricidade, e ainda, as preocupações ambientais e os riscos associados. Na apresentação, foi evidenciado um entendimento aprofundado dos alunos sobre a temática, mesmo utilizando um vocabulário mais simplificado, condizente com a faixa etária. Esse fato ressalta a capacidade de absorver conceitos complexos e a habilidade dos estudantes em traduzir e comunicar tais conceitos de maneira acessível. A utilização de uma linguagem mais simples não diminui a qualidade da apresentação; pelo contrário: evidenciou a habilidade dos alunos em tornar as informações compreensivas para um público diversificado.

De acordo com os textos produzidos pelos alunos, foi possível identificar algum avanço no aprendizado, especialmente no que diz respeito à compreensão básica do funcionamento das usinas e a conexão entre a produção de eletricidade e o fornecimento de luz em residências.

Figura 15 - Argumento pró-usinas 01 apresentado pelos estudantes – grupo 01



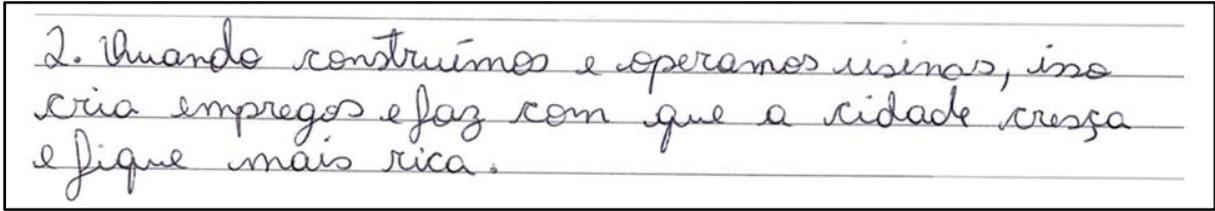
↓ As usinas ajudam a fornecer muita eletricidade de para que mais pessoas tenham luz em suas casas e nas escolas.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O texto produzido pelo aluno reflete um entendimento inicial sobre o papel das usinas na geração de eletricidade e sua importância para o fornecimento de luz em residências e escolas. A simplicidade do vocabulário sugere uma abordagem acessível para a compreensão do público-alvo, bem peculiar desta faixa etária. No entanto, é possível identificar oportunidades de aprimoramento, especialmente no que diz respeito à exploração de detalhes mais específicos sobre os tipos de usinas e seus impactos, enriquecendo a compreensão dos processos energéticos.

Ao apresentar seus pontos de vista, os alunos foram capazes de discorrer sobre a crescente demanda de energia, por meio de seu linguajar próprio e perspicaz. Suas análises destacaram a importância da produção de energia, e a necessidade de buscar soluções para o aumento constante na demanda energética (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 25/08/2023).

Figura 16 - Argumento pró-usinas 02 apresentado pelos estudantes – grupo 02



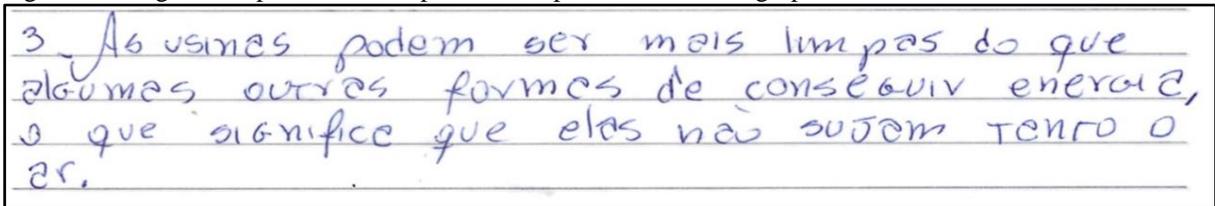
2. Quando construirmos e operarmos usinas, isso cria empregos e faz com que a cidade cresça e fique mais rica.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O texto do aluno sugere um grau de entendimento sobre a relação entre a construção e a operação de usinas, empregos gerados e o impacto no crescimento econômico da cidade. É possível identificar que o aprendizado pode ter sido influenciado positivamente pelo vídeo motivador, uma vez que este evidencia a interação intrincada entre a cidade e a usina, destacando como essas duas entidades estão entrelaçadas em uma relação complexa.

Ao expressar seu ponto de vista, o aluno ressaltou que na construção e no funcionamento de uma usina, há um potencial crescimento populacional. Suas observações sugerem uma percepção positiva dos efeitos econômicos decorrentes desses empreendimentos (DIÁRIO DE BORDO, 25/08/2023).

Figura 17 - Argumento pró-usinas 03 apresentados pelos estudantes – grupo 03

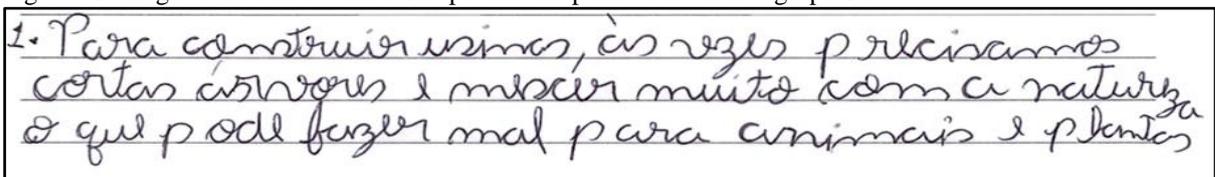


3. As usinas podem ser mais limpas do que algumas outras formas de conseguir energia, o que significa que elas não sujam tanto o ar.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O texto redigido por um aluno evidencia uma compreensão sobre a questão de poluentes ambientais associada às usinas, em comparação com outras fontes de energia. Sua percepção sugere uma conscientização sobre a importância da geração de energia de maneira mais sustentável, minimizando impactos negativos no ambiente, especialmente em relação à qualidade do ar. Essa observação indica um nível de sensibilidade ambiental e uma apreciação pela necessidade de adotar formas de produção mais ecológicas.

Figura 18 - Argumento contra usinas 01 apresentado pelos estudantes – grupo 04

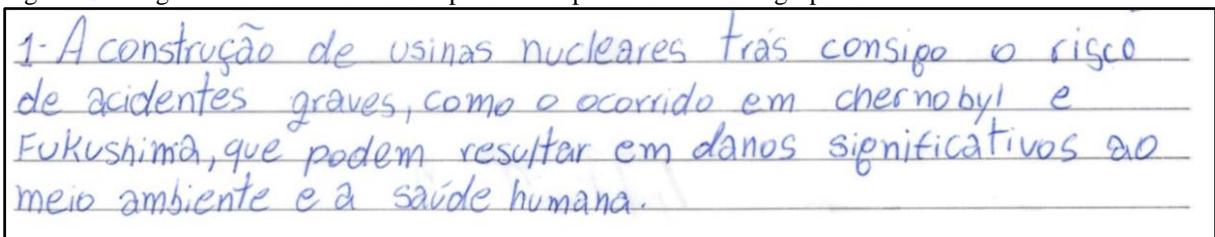


1. Para construir usinas, às vezes precisamos cortar árvores e mexer muito com a natureza o que pode fazer mal para animais e plantas.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A declaração do estudante reflete uma consciência ambiental aguçada e uma compreensão ponderada dos desafios associados à construção de usinas. Ao reconhecer a necessidade de cortar árvores para a implementação de uma obra potencialmente grande, o aluno demonstra uma compreensão realista das atividades relacionadas à infraestrutura energética. A preocupação em relação aos potenciais impactos sobre a fauna e flora revela uma percepção para as os impactos ambientais desse empreendimento. Esse reconhecimento sugere uma mentalidade preocupada com a sustentabilidade e aponta para a complexidade inerente ao desenvolvimento de fontes de energia, em que a busca pelo equilíbrio entre as necessidades da população e a preservação ambiental e de suma importância. Os apontamentos do aluno estão sinalizando para uma abordagem responsável na implementação de projetos, ressaltando a necessidade de buscar soluções que minimizem os danos e promovam a coexistência entre o progresso e a biodiversidade. “A fala dos alunos durante a apresentação remete, em vários momentos, aos relatos do documentário, influenciando significativamente seus pontos de vista associados à energia nuclear” (DIARIO DE BORDO, 25/08/2023).

Figura 19 - Argumento contra usinas 02 apresentado pelos estudantes – grupo 05



1- A construção de usinas nucleares trás consigo o risco de acidentes graves, como o ocorrido em chernobyl e Fukushima, que podem resultar em danos significativos ao meio ambiente e a saúde humana.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Ao analisar a escrita do aluno, nota-se que ele demonstra uma compreensão notável com as preocupações relacionadas a construções de usinas nucleares, ao mencionar os acidentes ocorridos em Chernobyl, na Ucrânia, e em Fukushima, no Japão. O estudante destaca eventos reais que evidenciam os riscos associados à exploração dessa matriz energética. A referência aos potenciais danos à saúde e ao ambiente indica uma sensibilidade para as implicações mais amplas associadas a essa matriz. A menção a acidentes passados contribui para uma análise crítica, apontando para uma compreensão de que, embora a energia nuclear possa trazer benefícios, ela também carrega consigo desafios significativos e consequências adversas que merecem ser lavados em conta. Observa-se que o aluno apresentou uma abordagem equilibrada dos riscos inerentes a esses problemas, realçando a importância de considerar tanto os aspectos positivos quanto os negativos relacionados à construção de usinas nucleares.

Figura 20 - Argumento contra usinas 03 apresentado pelos estudantes – grupo 06

2 - A gestão de resíduos radioativos gerados pelas usinas nucleares é um desafio, pois esses resíduos permanecem perigosos por longos períodos. O descarte inadequado pode representar ameaças à saúde pública e ao meio ambiente.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os estudantes abordam como um desafio à gestão de resíduos radioativos gerados por uma usina nuclear, refletindo uma preocupação com os potenciais perigos associados a esses materiais. A menção a que esses resíduos permanecem com potenciais perigos por longos períodos de tempo, indica uma compreensão do caráter duradouro dos impactos ambientais, bem como para a saúde de populações que por ventura entrem em contato direta ou indiretamente com esses resíduos. A expressa preocupação pelo descarte inadequado, que poderia representar ameaças constantes, sugere uma visão mais ampla das práticas inadequadas de gestão de resíduos radioativos. Embora não haja uma referência direta ao documentário assistido pelos alunos, a ênfase nas ameaças à saúde e ao ambiente mostra influência do documentário, visto que esses são temas frequentemente abordados e discutidos sobre os desastres nucleares. Os alunos evidenciaram uma postura analítica e bem informada ao refletir sobre as particularidades ligadas à produção de energia nuclear, sugerindo uma possível influência das suas exposições quanto às tecnologias da informação e relacionando o uso dessa energia a eventos nucleares históricos.

É inegável a influência dos vídeos no processo de aprendizado dos alunos, ao proporcionar uma abordagem visual e envolvente. O emprego dessa estratégia transcende os métodos tradicionais de ensino, proporcionando uma experiência mais rica e memorável. A interação entre o conteúdo audiovisual e os pontos de vista expressos pelos alunos durante a apresentação demonstra a capacidade dos vídeos de moldar atitudes, fomentar a empatia e estimular o pensamento crítico. E na resolução de problemas, as tecnologias visuais desempenham um papel concludente, oferecendo aos alunos uma compreensão prática dos desafios abordados.

Segundo Moreira (2011) existe uma relação triádica entre o aluno, o docente e os materiais educativos, configurando-se uma peça-chave no cenário educacional contemporâneo. O propósito fundamental dessa interação é direcionar o aluno para a compreensão e para o compartilhamento de significados pertinentes ao contexto da matéria de ensino. Nesse contexto,

é importante destacar a importância de captar e disseminar conhecimentos de maneira alinhada aos objetivos educacionais. No entanto, essa dinâmica triádica pode evoluir para uma relação quadrática. O mesmo autor destaca ainda que, quando o computador não é simplesmente um material educativo adicional, mas uma ferramenta dinâmica e transformadora, potencializa a interatividade e a inovação no processo de aprendizagem. Este alerta destaca a necessidade de ir além do simples emprego de tecnologia como recurso suplementar, instigando a reflexão sobre o como o computador pode efetivamente potencializar a aprendizagem. Quando o computador é integrado de maneira inovadora e contextualizada, torna-se uma ferramenta que amplia as possibilidades de interação, explorando novas formas de aprendizado e colaboração, transformando a dinâmica tradicional em uma experiência educacional mais rica e envolvente:

[...] um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin); [...] essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo (MOREIRA, 2011, p. 2).

A utilização das TICs no processo de ensino-aprendizagem se tornou fundamental na atualidade. As TICs proporcionam uma gama de recursos e ferramentas que enriquecem significativamente a experiência educacional, ao integrar computadores, dispositivos móveis, *softwares* educacionais, plataformas *online* e outras tecnologias. Transformam o ambiente educativo em mais dinâmico e acessível; além disso, possibilitam a criação de ambientes virtuais de aprendizagem, estimulando a colaboração, a comunicação e a interatividade entre alunos e professores. A utilização dessas tecnologias amplia consideravelmente o acesso à informação e aos recursos educativos, promovendo a autonomia do estudante na busca e na construção do conhecimento. Entretanto, é importante que as atividades envolvendo o uso das TICs sejam planejadas previamente, visando não apenas ao uso de tecnologias, mas à transformação positiva do processo de ensino, potencializando sua eficácia, servindo como um potencializador para o desenvolvimento de habilidades relevantes no contexto contemporâneo do estudante. A implementação das TICs deve ocorrer em consonância com as exigências do professor e do aluno, evidenciando uma relevância específica no desenvolvimento do processo educacional.

O problema da educação e da formação está agora pautado na abertura para a liberdade de experimentar as diversas possibilidades propiciadas pelas TIC, compartilhando coletivamente as descobertas e aprendizados, de forma a romper a barreira da individualidade e instituir uma organização colaborativa que favoreça a multiplicação de ideias com significado para o grupo (PRETTO; BONILLA, 2011, p. 101).

### *4.3.3 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora*

Moreira, em seu trabalho de 2010, faz referência ao conceito de aprendizagem significativa proposto por Ausubel em 1973. A aprendizagem significativa ocorre quando os conceitos são criados, expandidos, contrastados e distinguidos através de dois processos fundamentais. Estes processos, conhecidos como “diferenciação progressiva” e “reconciliação integrativa ou integradora”, acontecem simultaneamente. Se apenas a diferenciação de significados ocorrer, resultará na percepção de que tudo é distinto. No entanto, se apenas a integração de significados ocorrer, tudo parecerá idêntico (MOREIRA, 2010).

O processo inicial implica conferir novos significados a um subsunçor já existente por meio de interações sucessivas, durante as quais ele “vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas” (MOREIRA, 2010, p. 6). Nesse sentido, os conceitos mais amplos e gerais devem ser introduzidos inicialmente para que, em seguida, sejam detalhados em conceitos mais específicos e distintos. Na tentativa de verificar se os estudantes envolvidos na proposta pedagógica conseguiram progressivamente distinguir e integrar, de maneira mais abrangente, os conceitos abordados, esta categoria buscou identificar evidências desses conceitos nas atividades produzidas pelos alunos, bem como os registros do diário de bordo do professor-pesquisador.

Em um primeiro momento, foi abordado com os alunos os tipos de emissões radioativas, ancorando-se em seus conhecimentos prévios sobre o tema. Durante essa fase inicial, o objetivo foi proporcionar uma compreensão dos conceitos fundamentais, estabelecendo uma base robusta para a progressão do aprendizado. A exploração dessas emissões radioativas envolveu a apresentação de conceitos gerais e abrangentes, que, posteriormente, foram desdobrados em aspectos mais específicos e detalhados. Essa abordagem visa não apenas enriquecer a compreensão pelos estudantes, mas também prepará-los para uma análise mais aprofundada e integrativa ao longo do processo de ensino. A seguir, serão analisadas as atividades produzidas pelos alunos bem como os registros no diário de bordo do professor-pesquisador, buscando evidências do progresso na diferenciação e reconciliação integrativa dos conceitos trabalhados.

Alguns sinais evidentes de uma diferenciação progressiva podem ser identificados no diário de bordo do professor. O fragmento a seguir destaca que os alunos foram capazes de realizar uma distinção científica entre os conceitos que, inicialmente, eram percebidos, como a radiação, com a distinção de cada tipo de emissão radiativa.

Durante o desenvolvimento do ciclo de ensino, foi perguntado aos estudantes sobre o conceito de radiação. Observou-se que os alunos não apenas demonstraram compreensão das emissões atômicas, mas também evidenciaram uma apreciação mais aprofundada sobre as razões pelas quais esse fenômeno acontece, revelando uma assimilação abrangente dos processos nucleares (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 30/08/2023).

Em registros subsequentes, é possível discernir que a diferenciação continuou a se manifestar em diversos momentos ao longo do processo de ensino. A complexidade dos conceitos, envolvendo radiação e emissões nucleares, foi manifestada de forma progressiva. Essa abordagem vai além do simples reconhecimento superficial: demonstra um discurso mais profundo e contextualizado desses fenômenos, enriquecendo assim a compreensão dos alunos ao longo do processo de ensino.

Durante a discussão sobre as emissões, ao perguntar à turma se ela conseguiria explicar detalhadamente o fenômeno da radiação, um aluno expressou de maneira perspicaz seu entendimento. Ao compartilhar sua percepção, ele explicou que as emissões nucleares não são simples eventos isolados, mas sim fenômenos intimamente ligados às transformações no núcleo dos átomos. Ele também destacou a variedade de partículas emitidas, como alfa, beta e gama, e como cada uma delas carrega consigo características únicas (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 30/08/2023).

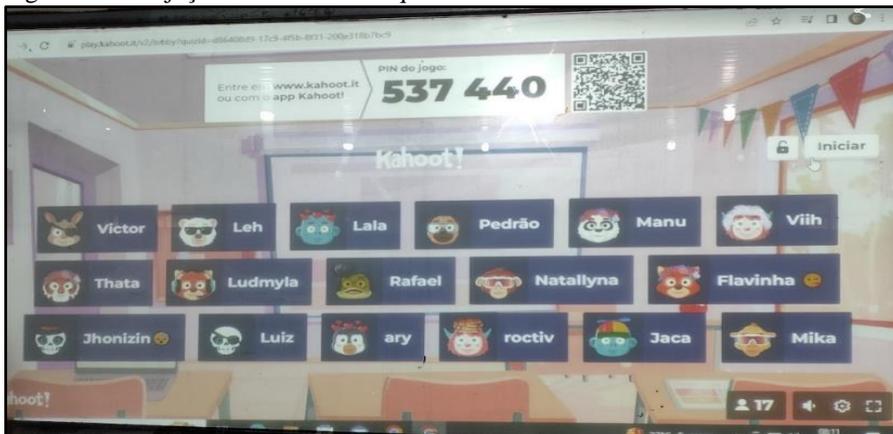
No decorrer do processo de diferenciação progressiva, a utilização dos simuladores *PhET* desempenharam um papel importante ao proporcionar uma abordagem mais prática e interativa para os conceitos de decaimento alfa e beta. Esses recursos digitais proporcionaram que os estudantes fossem imersos em um ambiente virtual que simulava fielmente os fenômenos nucleares, permitindo-lhes explorar visualmente o processo de emissão de partículas alfa e beta em um contexto controlado. Esses recursos didáticos concederam aos estudantes uma experiência mais tangível e palpável, permitindo que eles, além de compreenderem os conceitos teóricos, pudessem visualizá-los em ação. Dessa forma, o uso desses simuladores *PhET* não apenas enriqueceu o entendimento dos alunos, como também fortaleceu sua capacidade de diferenciar, progressivamente, os decaimentos alfa e beta, contribuindo assim para um aprendizado mais envolvente e contextualizado.

Indícios da ocorrência de uma diferenciação progressiva foram relatados no diário de bordo do professor-pesquisador. O trecho transcrito abaixo demonstra a fala de uma aluna, evidenciando que ela obteve uma melhor compreensão dos conceitos. Essa capacidade de discernimento se reflete na expressão verbal da aluna e na satisfação de ter assimilado esses novos conceitos.

A expressão marcante de uma aluna, ao questionar: “Por que as nossas aulas não são sempre assim? A gente aprende mais”. Dessa forma, ficou demonstrada a relevância de uma abordagem pedagógica mais dinâmica e envolvente. Suas palavras evidenciam a percepção positiva em relação à metodologia e ao uso de simuladores, além de ressaltar a correlação entre a experiência diferenciada e o aumento na absorção de conhecimento. A aluna parece reconhecer que a diversificação nas estratégias de ensino não somente mantém o interesse dos alunos, mas impulsiona uma compreensão mais profunda e duradoura (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 30/08/2023).

Essa reflexão sugere a importância de considerar a variabilidade nas práticas de ensino, reconhecendo que abordagens inovadoras podem catalisar um ambiente de aprendizado mais eficaz e estimulante. Neste mesmo viés, com o intuito de averiguar indícios de aprendizagem significativa e duradoura, levando os alunos a um ambiente descontraído, foi implementado como instrumento de avaliação o Kahoot<sup>®</sup>, mostrando-se uma ferramenta eficaz por evidências de aprendizado e diferenciação progressiva. Através dessa plataforma interativa, foi possível avaliar a compreensão dos estudantes, bem como observar de forma dinâmica se houve elementos que comprovassem a diferenciação de conceitos ao longo do processo.

Figura 21 - Projeção do Kahoot<sup>®</sup> no quadro



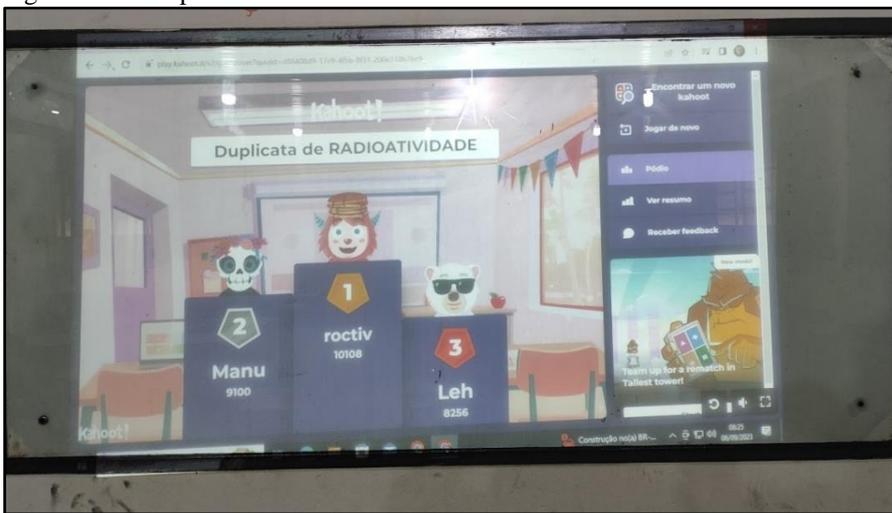
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

As respostas fornecidas pelos estudantes durante as atividades do Kahoot<sup>®</sup> ofereceram *insights* valiosos sobre a assimilação de conhecimento, apontando entendimento consolidado e pontos específicos da matéria que exigiam maior atenção. Além disso, a competição saudável e a natureza envolvente do Kahoot<sup>®</sup> estimulou uma participação ativa dos alunos, contribuindo para a identificação de lacunas no aprendizado e proporcionando uma visão abrangente do progresso individual. Dessa maneira, o Kahoot<sup>®</sup> demonstrou-se uma ferramenta avaliativa e motivadora e um indicador de diferenciação progressiva, envolvendo os estudantes em uma abordagem dinâmica e eficiente no monitoramento e no desenvolvimento do conhecimento dos estudantes em relação aos conceitos trabalhados.

Após a utilização do Kahoot®, a expressão entusiasmada de uma aluna que comentou: “Isso é muito legal! Quando vamos fazer de novo?”, sugere a eficácia da ferramenta, bem como revela uma experiência positiva a que os alunos tiveram acesso, durante a atividade. A entonação positiva na fala da aluna aponta para uma apreciação não apenas dinâmica e competitiva, mas também da percepção de que essa abordagem engajadora contribuiu para o aprendizado (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 31/08/2023).

O pedido ansioso por repetição da atividade sugere não apenas a preferência pelo método, mas indica que a ferramenta serviu como uma forma de autoavaliação, bem como uma experiência de aprendizado envolvente e prazerosa.

Figura 22 - Competividade da ferramenta Kahoot®



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Para a próxima etapa, propomos para os estudantes a realização de uma atividade seguindo a abordagem nos mesmos moldes encontrada nos exames de vestibulares, de acordo com o *Apêndice D*. Para essa atividade específica, selecionamos dez questões obtidas na *internet*; todas fundamentadas nos temas discutidos anteriormente. Essa abordagem busca proporcionar aos estudantes uma experiência desafiadora e alinhada com as exigências dos exames, permitindo a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante as exposições anteriores.

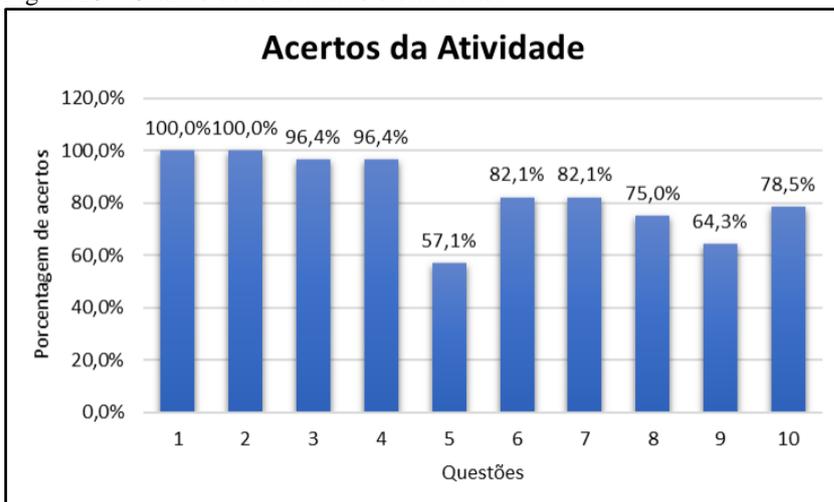
A afirmação positiva de um estudante ao comentar sobre a atividade, dizendo “Professor, gostei dessa atividade. Estou conseguindo responder tudo”, indica o contentamento de aluno com a abordagem da tarefa, bem como sugere um sentimento de autoconfiança em relação ao seu desempenho (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 31/08/2023).

A expressão do aluno “Estou conseguindo responder tudo” denota um nível de domínio sobre o conteúdo proposto, sugerindo que ele se sente capaz e preparado para lidar com as

atividades apresentadas. Essa reação positiva pode indicar uma correlação entre a metodologia utilizada na atividade e a compreensão do estudante, evidenciando a influência benéfica das TICs no estímulo à motivação e no aprimoramento do desempenho dos alunos.

Após a conclusão da atividade, os alunos entregaram seus trabalhos, e em seguida, os mesmos foram recolhidos para análise. A etapa seguinte envolveu uma cuidadosa correção, com o intuito de identificar possíveis lacunas no aprendizado dos estudantes. Durante esse processo, foram destacados tanto os acertos quanto os desafios enfrentados pelos alunos, proporcionando uma avaliação do progresso individual e coletivo. Essa prática de revisão e correção serviu como um valioso instrumento de feedback, possibilitando ajustes e aprimoramentos no ensino para garantir um aprendizado mais eficaz. O Figura 23 mostra o gráfico com os percentuais de acertos de cada questão.

Figura 23 - Gráfico de rendimento da atividade



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Ao analisar os resultados da atividade realizada pelos alunos, observamos um desempenho geral bastante sólido, evidenciado pelos índices de acertos significativos em várias questões. As questões 1 e 2 alcançaram uma taxa de acertos impressionante de 100% demonstrando uma compreensão abrangente dos conteúdos abordados. As questões 3 e 4 seguiram com altos percentuais de acerto, atingindo 96,4%, indicando uma proficiência consistente, no entanto, é notável que as questões 5 e 9 apresentaram índices 57,1% e 64,3% respectivamente. Isso sugere possíveis áreas de dificuldade ou pontos que merecem uma revisão mais aprofundada. As questões 6,7,8 e 10 registraram percentuais intermediários, indicando uma compreensão satisfatória, mas com espaço para melhorias. Essa análise detalhada dos resultados permitiu uma abordagem mais personalizada na revisão do conteúdo que foi retomada com os estudantes, buscando identificar e sanar as dificuldades encontradas. Durante

essa revisão foram destacados os pontos em que a classe demonstrou maior desafio, incentivando um diálogo aberto sobre estratégias de resolução e compreensão dos conteúdos.

Nesse ponto, é importante revisitar o processo de diferenciação progressiva, caracterizado pela introdução inicial de conceitos mais amplos e abrangentes, seguida pela inserção gradual de detalhes mais específicos. Propomos, assim, que os alunos assistissem à reportagem intitulada “Chernobyl 30 Anos” (Figura 24). Este documentário explora o acidente nuclear em sua essência, bem como aborda as emissões radioativas no local, além de discutir o tempo de meia-vida das substâncias radioativas envolvidas. A visualização desse tipo de conteúdo proporcionou aos alunos uma perspectiva mais detalhada sobre os eventos, enriquecendo seu aprendizado sobre as complexidades do acidente e os impactos duradouros das emissões radioativas associadas. Após o término do documentário, deu-se início a uma “roda de conversa” envolvendo os alunos, explorando detalhadamente o tempo durante o qual os efeitos radioativos permaneciam ativos. A discussão abordou os aspectos técnicos do tempo de meia-vida das substâncias radioativas, bem como as implicações práticas e os desafios enfrentados em situações de acidentes nucleares.

Figura 24 - Exibição do documentário Chernobyl 30 Anos



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

No encontro subsequente com a turma, prosseguindo no desenvolvimento da sequência didática e dando continuidade ao assunto, sob a luz da diferenciação progressiva, foram abordados, com os alunos, os conceitos de meia-vida radioativa. Essa etapa visa ampliar ainda mais o entendimento dos estudantes sobre os fenômenos nucleares, proporcionando-lhes uma visão aprofundada sobre a taxa de decaimento radioativo e a durabilidade dos isótopos ao longo do tempo. Ao explorar os conceitos de meia-vida, buscou-se promover uma conexão mais complexa entre os conhecimentos adquiridos anteriormente e as novas dimensões do

conhecimento introduzido. Ao término dessa etapa, buscando avaliar o nível de compreensão dos alunos para esse propósito, empregamos mais uma vez a plataforma Kahoot® (Figura 25). O objetivo principal foi identificar eventuais lacunas no processo de ensino, permitindo, assim, a retomada e revisão das partes do conhecimento que possam não ter sido completamente assimilados pelos discentes.

Figura 25 - Alunos desenvolvendo atividade pelo Kahoot®



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Durante a utilização da plataforma Kahoot®, foi notável o entusiasmo dos estudantes, que participaram ativamente da atividade. A dinâmica competitiva e interativa da ferramenta contribuiu não apenas para avaliar o entendimento dos alunos, mas também para estimular um ambiente animado e participativo. As questões dessa atividade são apresentadas no *Apêndice E* para consultas.

Com o objetivo de fortalecer e aprimorar o entendimento dos estudantes em relação ao decaimento radioativo, propusemos uma atividade no ambiente do laboratório de informática da escola, utilizando a ferramenta virtual denominada *Radiation Lab* (Figura 26). Esse é um laboratório que permite aos alunos mensurar a radiação emitida por determinados isótopos radioativos ao longo do tempo. A atividade foi estruturada em duas etapas distintas, visando proporcionar uma experiência completa aos alunos. Na primeira fase, os estudantes tiveram a oportunidade de se familiarizarem com a ferramenta virtual, explorando suas funcionalidades e compreendendo a interface do laboratório. Essa etapa inicial buscou assegurar que todos estivessem confortáveis e aptos a utilizarem a ferramenta de maneira eficaz. Na segunda etapa, os alunos foram direcionados a realizar uma atividade específica proposta pelo professor, envolvendo a medição da radiação emitida por um isótopo radioativo com período de meia-vida curto, disponível no *Radiation Lab*.

Durante a primeira fase da atividade, voltada para que os alunos se familiarizassem com as funcionalidades do *Radiation Lab*, foi observado um significativo número de dúvidas entre os estudantes, decorrentes da sua inexperiência com a ferramenta. Reconhecendo a importância de proporcionar um ambiente de aprendizado claro e acessível, o professor precisou intervir, oferecendo assistência e esclarecimentos para auxiliar os alunos a superar suas dificuldades. Essa intervenção contribuiu para dissipar as dúvidas iniciais, ao mesmo tempo que promoveu um ambiente de colaboração e aprendizado, garantindo a todos os participantes aproveitar a experiência proporcionada pelo laboratório virtual.

Foi observado pelo professor que os alunos enfrentaram dificuldades ao manusearem um *software* novo, durante a atividade. A familiaridade com o “*Radiation Lab*” mostrou-se inicialmente mais complexa do que o esperado para a turma, resultando em algumas dificuldades na navegação e na compreensão das funcionalidades do programa (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 01/09/2023).

Figura 26 - Estudantes explorando a ferramenta *Radiation Lab*



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em seguida, os estudantes foram instruídos a realizarem a segunda etapa desse momento: com o auxílio do *software*, cada grupo tinha a responsabilidade de medir as radiações específicas do protactínio ( ${}_{91}\text{Pa}^{234}$ ), de acordo com a Figura 27. A escolha desse isótopo disponível na ferramenta se justificou pelo seu curto período de meia-vida, tornando-se uma excelente opção para o aprendizado das medições radioativas. A breve meia-vida do protactínio possibilita que os estudantes repitam as medições várias vezes em um intervalo de tempo relativamente curto, proporcionando, assim, um aprendizado aprofundado do tema e permitindo uma prática intensiva na utilização do *software* educacional.

Figura 27 - Aluno manuseando o Laboratório virtual



Fonte: Dados da Pesquisa, 2023.

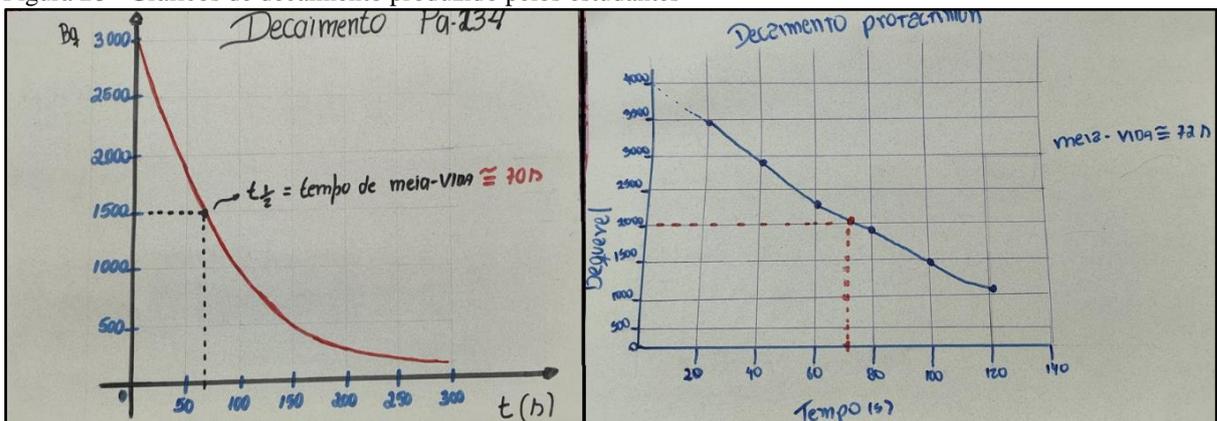
Após realizar as medições do decaimento do protactínio, os estudantes foram “imersos” na fase de análise dos dados. Com os valores obtidos, sua próxima tarefa foi a construção de um gráfico representativo do decaimento radioativo do isótopo. Este gráfico serviu como uma ferramenta visual valiosa para compreenderem a taxa de decaimento ao longo do tempo. Ao examinar a inclinação da curva, os estudantes foram capazes de extrair informações essenciais, incluindo a determinação aproximada do tempo de meia-vida do protactínio. Destacou-se, assim, a importância da análise de gráfico como uma habilidade analítica essencial na interpretação de fenômenos complexos. Esta abordagem prática não apenas solidifica os conceitos fundamentais da física nuclear, mas também promove o desenvolvimento de habilidades práticas essenciais na pesquisa científica, proporcionando uma experiência de aprendizado mais abrangente.

Durante o processo de produção dos gráficos de decaimento, os alunos inicialmente demonstraram um certo nível de apreensão. A complexidade da tarefa e a necessidade de interpretar os dados podem ser desafiadores, mas à medida que os alunos “mergulhavam” na atividade, essa apreensão gradativamente se transformava em confiança. À medida que os alunos compreendiam melhor como fazer os gráficos, eles começaram a se “soltar”, demonstrando habilidades na construção dos gráficos (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 01/09/2023).

À luz da Teoria da Aprendizagem Significativa e da diferenciação de David Ausubel, a aprendizagem ocorre quando novas informações são integradas aos conhecimentos prévios do aluno, tornando-se relevantes e relacionadas ao seu contexto cognitivo. Observamos que os alunos inicialmente experimentaram uma certa apreensão diante da tarefa proposta de construir

um gráfico de decaimento, refletindo uma possível falta de conexão imediata com seus conhecimentos anteriores. Contudo, à medida que os estudantes compreendiam progressivamente os detalhes da tarefa, esse processo pôde ser interpretado como uma diferenciação progressiva, envolvendo a apresentação gradual de informações mais complexas e detalhadas, permitindo que os alunos se aprofundassem em conhecimentos específicos. Nesse contexto, a complexidade da tarefa foi abordada de maneira progressiva, possibilitando que os discentes superassem suas inseguranças iniciais, à medida que adquiriam entendimento. Logo, a realização da tarefa refletiu a transição dos estudantes da apreensão inicial para a confiança, trazendo indícios de uma aprendizagem significativa à medida que integravam os novos conceitos a sua estrutura cognitiva. Além disso, a diferenciação progressiva pôde ter desempenhado um papel fundamental ao apresentar a tarefa de maneira ordenada, escalonando o nível de dificuldade e facilitando a assimilação progressiva dos conhecimentos pelos alunos. A Figura 28 mostra os gráficos de decaimento produzidos por dois grupos de estudantes.

Figura 28 - Gráficos de decaimento produzido pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os gráficos elaborados pelos grupos de estudantes mostraram a variação da atividade radioativa do protactínio-234 em função do tempo, permitindo aos estudantes terem uma experiência prática e interativa de aprendizado. Eles foram capazes de realizar as medições no laboratório virtual e observar o processo de decaimento radioativo em tempo real, o que é fundamental para a compreensão desse fenômeno. Através das medições, os estudantes conseguiram construir a curva de decaimento desse isótopo, que é uma representação gráfica do número de núcleos radioativos. Além disso, eles foram capazes de estimar, através da representação gráfica, o tempo de meia-vida, fortalecendo o entendimento dos conceitos de meia-vida radiativa, que é o tempo necessário para que metade dos núcleos radioativos de uma amostra se desintegre, dando origem a outro elemento. Os resultados obtidos pelos diferentes

grupos foram consistentes, uma vez que o tempo de meia-vida apresentado foram próximos entre si, demonstrando os benefícios das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem.

A dedicação dos alunos na construção dos gráficos de decaimento foi notável. Eles começaram o processo com rascunhos, esboçando cuidadosamente cada ponto de dados e da linha de tendência. Após a fase de rascunho, os estudantes transcreveram cuidadosamente seus gráficos para o papel-cartão que, posteriormente, foi apresentado para a turma (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2023).

A experiência com TICs, evidenciada através laboratório virtual *Radiation Lab*, proporcionou aos alunos oportunidade de aprendizado mais dinâmico e envolvente, por meio do qual os estudantes demonstraram envolvimento e indícios de aprendizagem significativa, relacionando novas informações com o conhecimento prévio, e assim, resultando em uma compreensão mais profunda dos conceitos de decaimento radioativo, de maneira que os discentes foram capazes de assimilar novos conhecimentos e integrá-los à sua estrutura cognitiva existente. Por meio dessa atividade prática, os estudantes, além de ampliar os conceitos nucleares, também foram capazes de aplicar esses conceitos para analisar e interpretar dados gráficos, demonstrando assim a eficácia da aprendizagem, baseada em experiências. Portanto, o uso de ferramentas interativas pode ser uma estratégia eficaz para facilitar o processo de aprendizagem.

Gomes (2020, p. 95) destaca em sua dissertação a relevância da inserção das TICs na abordagem por UEPS, especialmente por meio de simuladores. A autora argumenta que essa integração, inicialmente, contribuiu significativamente para a aprendizagem dos conceitos químicos, evidenciando uma melhoria tangível no entendimento por parte dos alunos. A ênfase recai sobre a utilidade do simulador, que possibilita uma abordagem interativa e colaborativa, promovendo uma aproximação aos diversos níveis de representação química. Essa abordagem é importante, uma vez que esses níveis muitas vezes estão distantes do contexto do cotidiano escolar. Portanto, Gomes ressalta a eficácia das tecnologias digitais, especialmente o simulador, como ferramentas instrucionais valiosas para promover a compreensão dos conceitos químicos de maneira mais acessível e envolvente.

No encontro subsequente da turma, os alunos foram entusiasmadamente convidados a participarem de uma experiência educacional enriquecedora: a exibição de um documentário que aborda “A Importância da Medicina Nuclear”. Ao assistirem ao documentário, os estudantes tiveram a oportunidade de explorar os vínculos entre a Química, a radiatividade e os avanços medicinais, proporcionando uma visão aprofundada dos avanços científicos,

destacando como a medicina nuclear desempenha um papel essencial em diagnósticos precisos e em tratamentos inovadores. Ao assistirem ao documentário, os estudantes tiveram a oportunidade de integrar conhecimentos prévios, promovendo uma reconciliação integradora dos conhecimentos, e, ao mesmo tempo, estimulando discussões que podem fomentar uma compreensão mais ampla e interconectada do impacto da ciência na sociedade. Os alunos, nesse momento, tiveram a oportunidade de vivenciar uma visão abrangente dos benefícios e aplicações positivas da radioatividade controlada na área da saúde. Eles puderam perceber que, quando manejada com responsabilidade e precisão, a radioatividade pode ser uma ferramenta valiosa para o avanço da medicina. A Figura 29 mostra o momento da exibição do documentário.

Figura 29 - Exibição do documentário: “A Importância da Medicina Nuclear”



Fonte: Dados da Pesquisa, 2023.

Ao final da exibição do documentário, uma aluna expressou sua curiosidade ao professor, compartilhando uma experiência pessoal ao questionar: “Professor, uma vez eu fiz um exame laboratorial em que eu tive que beber algo antes do exame. Era algo radioativo?”. Sua pergunta revela um interesse genuíno em compreender melhor o procedimento ao qual foi submetida (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2023).

A pergunta da aluna após assistir ao documentário reflete um momento de curiosidade e reflexão sobre sua própria experiência: a menção ao exame laboratorial, em que teve que ingerir uma substância supostamente radioativa sugere que ela está conectando as informações apresentadas no documentário com uma experiência pessoal, buscando conectar os

conhecimentos, a teoria aprendida no documentário e a prática vivenciada por ela. Essa conexão é valiosa, pois evidencia a relevância do conteúdo para a vida cotidiana. O professor, ao responder a essa pergunta, tem a oportunidade de contextualizar ainda mais os princípios da medicina nuclear, explicando como esses exames contribuem para diagnósticos mais precisos e tratamentos mais eficazes. Essa troca entre teoria e experiência prática pode fortalecer a compreensão pela aluna e estimular ainda mais o interesse da turma pelo tema.

Essa atividade proporcionou aos alunos a oportunidade de compreender a importância tanto dos pontos positivos quanto dos pontos negativos dos conhecimentos, relacionados à radioatividade. Por um lado, a radioatividade desempenha um papel importante na medicina, na indústria e em pesquisas científicas, contribuindo para avanços tecnológicos e médicos significativos. No entanto, é igualmente essencial reconhecer os potenciais riscos e impactos negativos associados à exposição descontrolada da radioatividade, seja de forma de resíduos nucleares ou em situações de acidentes. Conscientizar os aspectos positivos permite aproveitar os benefícios dessa ferramenta poderosa de forma responsável, ao passo que, entender os aspectos negativos possibilita a implementação de medidas de segurança adequadas e a busca por alternativas mais seguras. O conhecimento equilibrado desses aspectos promove uma abordagem informada e ética da radioatividade, essencial para tomar decisões bem fundamentadas na utilização dessa tecnologia complexa.

No encontro seguinte, os estudantes foram conduzidos ao laboratório de informática e orientados a realizar uma atividade de pesquisa. A pesquisa envolveu a identificação dos radioisótopos e radiofármacos predominantes empregados na Medicina Nuclear. Durante essa atividade, solicitou-se que pesquisassem as principais características desses elementos, tais como: número de prótons e nêutrons, tempo de meia-vida radioativa, produto da decomposição e suas principais utilizações. Para auxiliá-los, foi disponibilizado uma ficha que deveria ser preenchida pelos grupos. O Quadro 5 mostra o modelo de preenchimento da atividade de pesquisa feita pelos alunos.

Quadro 5 - Modelo de preenchimento da atividade de pesquisa

<b>Elemento</b>	<b>Símbolo</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Tempo meia-vida</b>	<b>Tipo de Emissões</b>	<b>Produto da decomposição</b>	<b>Principal utilização</b>
Iodo-131	$_{53}^{131}$	53	78	8,02 dias	Beta gama	Xenônio-131	Tratamento de hipertireoidismo, câncer da Tireoide e radiotraçador em cintilografia da tireoide

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Ao se envolverem nesse tipo de pesquisa, os alunos foram desafiados a aprofundar seu entendimento sobre os processos químicos e físicos implícitos na aplicação desses compostos. Isso estimula o desenvolvimento de habilidades analíticas e de pesquisa, bem como promove a assimilação de conceitos relacionados à radioatividade, à Química e à Medicina. A pesquisa sobre radiofármacos exigiu dos estudantes a compreensão não apenas da teoria, mas também da aplicação prática. Por esse meio, a atividade de pesquisa contribuiu para o processo de aprendizagem, no qual os alunos acumularam informações e também construíram um entendimento aprofundado sobre a interseção entre a medicina nuclear e os radiofármacos.

Beber (2018, p. 301) em sua dissertação, destaca que no ensino de Química, recursos didáticos como experimentação, material audiovisual, imagens e simuladores são empregados para abordar aspectos cognitivos relacionados à compreensão de conceitos abstratos. Ela ressalta a importância dos recursos audiovisuais para a compreensão de fenômenos. A argumentação enfatiza a eficácia dos vídeos em tornar acessíveis, conceitos complexos, especialmente em áreas como a Química, onde processos experimentais são relevantes. A análise destaca, ainda, a diversidade de recursos necessários para um ensino abrangente, reconhecendo os benefícios específicos dos vídeos na transmissão de conhecimentos experimentais e abstratos, corroborando com a defesa de que a utilização desses recursos audiovisuais é fundamentada na variedade e na eficácia desses meios para atender às diversas necessidades de aprendizagem.

Quando utilizamos um vídeo como objeto motivador para uma atividade de pesquisa, as contribuições para o processo de ensino são notáveis. O vídeo, ao proporcionar uma narrativa dinâmica, além de capturar a atenção dos estudantes, instiga a curiosidade e o interesse pelo tema em questão. Ao transformar o vídeo em um ponto de partida para uma atividade de pesquisa, os alunos são incentivados a aprofundar sua compreensão, explorando diferentes fontes, analisando informações e relacionando-as ao conteúdo. Além disso, a conexão entre o vídeo e a pesquisa fomentou uma aprendizagem mais contextualizada e aplicada, à medida que os alunos se dedicaram a compreender como os conceitos apresentados no vídeo estão relacionados ao conhecimento global da disciplina. O Quadro 6 mostra a atividade de um dos grupos de pesquisa.

Quadro 6 - Atividade de pesquisa dos radiofármacos feita pelos estudantes

Atividade de Pesquisa – Radioisótopos e Radiofármacos							
Elemento	Símbolo	P	N	Tempo meia-vida	Tipo de Emissões	Produto da decomposição	Principal utilização
Tecnécio-99m	$^{99m}\text{Tc}$	43	Varie	6 horas	gama	tecnécio-99 ( $^{99}\text{Tc}$ )	Utilizado em cintilografias para diagnóstico médico, como imagem cardíaca, renais e ossos.
Iodo-131	$^{131}\text{I}$	53	78	8 dias	beta	Xenônio-131	Tretamento de distúrbios de tireoide, como câncer de tireoide e hipertireoidismo.
Gálio-67	$^{67}\text{Ga}$	31	36	3 dias	gama	Zinco-67 ( $^{67}\text{Zn}$ )	Identificação de inflamações e infecções no corpo.
Fluor-18	$^{18}\text{F}$	9	9	2 horas	positrões	Oxigênio-18 ( $^{18}\text{O}$ )	Produção de fluorodesoxiglicose (FDG) para exames de PET-CT, especialmente para detecção de câncer.
Írio-90	$^{90}\text{Y}$	39	51	2,7 dias	beta	Zircônio-90 ( $^{90}\text{Zr}$ )	Terapia de radio terapia interna seletiva, especialmente no tratamento de câncer hepático e tumores neuroendócrinos.
Cobalto-60	( $^{60}\text{Co}$ )	27	33	5,3 anos	gama	Mnuel-60 ( $^{60}\text{Mn}$ )	Terapia de radioterapia para tratamento de alguns tipos de câncer. pouco usado.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

#### 4.3.4 Avaliação da Aprendizagem

O Júri Simulado, ao ser incorporado como estratégia de ensino, destaca-se como uma metodologia ativa, transformando a sala de aula em um espaço dinâmico de aprendizado. Essa abordagem propicia uma participação ativa e colaborativa dos estudantes em seu próprio

processo educacional. Ao assumirem papéis ativos como advogados, jurados e testemunhas, os estudantes não apenas internalizam conceitos jurídicos, mas também desenvolvem habilidades práticas cruciais, como a argumentação, resolução de problemas e trabalho em equipe. O Júri Simulado não apenas envolve os alunos no conteúdo, mas também os desafia a aplicar o conhecimento de maneira contextualizada e reflexiva. Nesse contexto, o Júri Simulado se mostrou uma ferramenta de ensino, bem como uma estratégia que fomenta o protagonismo juvenil, incentivando a construção ativa do conhecimento e preparando-os para enfrentar desafios práticos.

A argumentação no Júri Simulado desempenha um papel importante, elevando a experiência educacional a um nível mais profundo. Neste contexto, os estudantes têm a oportunidade de absorver passivamente informações e de se tornarem participantes ativos na construção e protagonismo de seu conhecimento. A argumentação no Júri Simulado não se limita apenas à exposição de ideias: ela envolve também a capacidade de responder a questionamentos e objeções de maneira convincente, aprimorando as habilidades retóricas dos alunos, incentivando-os ao pensamento crítico e à capacidade de articular eficazmente suas convicções. Abreu (2004, p. 25-26), ao definir os termos mencionado anteriormente, apresenta a seguinte compreensão:

Persuadir é falar à emoção do outro [...] argumentar é, em última análise, a arte de, gerenciando informação, convencer o outro de alguma coisa no plano das ideias e de, gerenciando relação, persuadi-lo, no plano das emoções, a fazer alguma coisa que nós desejamos que o faça.

Neste sentido, entendemos que expressar nossas opiniões nos ajuda a nos situar no mundo ao nosso redor. Desta maneira, ao analisarmos os princípios da argumentação, podemos dizer que saber argumentar está relacionado à habilidade de pensar de maneira crítica, de forma clara e de participar de diálogos de maneira colaborativa.

No início do encontro subsequente, os alunos entraram na sala com certo nível de curiosidade, já indagando ao professor sobre o que estava planejado para o dia. Sentando-se em suas carteiras, continuaram a expressar curiosidade moderada, demonstrando disposição para participar das atividades propostas. A pergunta feita por um aluno, “O que nós vamos fazer hoje, professor?”, refletiu uma expectativa tranquila, criando um clima de antecipação. Essa interação inicial estabeleceu um ambiente positivo, sugerindo que os alunos estavam prontos para se envolver nas atividades. Dessa forma, os alunos foram convidados a assistirem ao vídeo “O Problema da Energia Nuclear”. O vídeo com duração de 10 minutos, teve como objetivo

servir de fonte motivadora para a realização do Júri Simulado, uma vez que os estudantes, já conhecedores dos avanços e benefícios proporcionados pelo estudo da radioatividade, precisaram retomar os problemas associados à exploração dessa tecnologia.

Após o término do vídeo, em um momento breve de discussão, a atividade do Júri Simulado foi proposta aos alunos. Apreensivos, os estudantes perguntaram como funciona um Júri Simulado. Os alunos foram orientados, então, a que, inicialmente, eles seriam designados a desempenhar papéis específicos, como advogados de acusação e defesa, jurados e testemunhas. Cada equipe teria a responsabilidade de realizar pesquisas para embasar seus argumentos e preparar estratégias persuasivas. Durante a simulação, os advogados conduziram a argumentação, enquanto os jurados, devidamente instruídos sobre sua função, participaram da deliberação para alcançar um veredicto. Cientes da atividade, foi determinado que 05 estudantes seriam escolhidos como jurados, e o restante seria dividido em dois grupos: os que seriam a favor e os que seriam contra a construção de uma usina nuclear em uma cidade fictícia.

Após a proposta para a atividade do Júri Simulado, a maioria dos alunos demonstrou um claro interesse para se integrar ao grupo que defendeu a construção da usina. A escolha de apoiar a construção da usina sinaliza um desejo de explorar argumentos relacionados aos benefícios da energia nuclear (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/23).

Diante do impasse na escolha dos grupos para o júri, os estudantes demonstraram uma postura proativa e decidiram, coletivamente, sem a interferência do professor, realizar um sorteio para a formação das equipes. Essa abordagem revela um espírito colaborativo e democrático, no qual os estudantes escolheram um método imparcial para distribuir os papéis, assegurando uma alocação equitativa e aleatória. Essa decisão reflete a habilidade do grupo em resolver dilemas de forma consensual, promovendo um ambiente de igualdade.

Consequentemente os mesmos demonstraram uma rápida e eficiente organização, iniciando prontamente o processo de sorteio para a formação dos grupos. Enquanto uma estudante se encarregava de anotar na lousa a alocação de cada participante, a atmosfera na sala de aula tornou-se “palpável”, refletindo o entusiasmo e a colaboração da turma. A Figura 30 mostra o momento de protagonismo dos alunos durante a definição dos papéis no Júri Simulado.

Figura 30 - Momento de alocação dos papéis no Júri Simulado



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Foram disponibilizados três momentos estratégicos para a preparação dos alunos em vista do Júri Simulado. No primeiro estágio, destinado ao planejamento, os estudantes foram encorajados a realizar levantamentos de conteúdos pertinentes, identificar evidências relevantes, definir estratégias eficazes e, crucialmente, selecionar os representantes de seus respectivos grupos. Neste momento pôde-se observar que os alunos estavam envolvidos no processo de planejamento, com dedicação de alguns que tomaram a frente na organização dos trabalhos e dedicando-se à formulação de estratégias. Foi possível evidenciar uma atmosfera colaborativa, no entanto, foi perceptível que uns se envolviam mais do que outros.

À medida que as estratégias dos grupos se desdobravam, foi possível perceber que os alunos estavam internalizando o conteúdo do Júri e desenvolvendo habilidades de trabalho em equipe. Inseguros às vezes, buscavam uma sinalização positiva do professor a respeito das estratégias por eles formuladas (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2023).

O segundo momento concentrou-se na materialização das estratégias previamente delineadas, promovendo a produção de evidências que aprimorassem a argumentação do grupo, bem como a elaboração de argumentações sólidas, destinadas à apresentação. Durante o Júri Simulado, Foi perceptível que as tarefas já estavam definidas, pois enquanto uns continuavam a esquematizar as ideias, outros se ocupavam de preparar a apresentação inicial. No entanto, ainda ficou evidente que alguns poucos alunos não se esforçavam em estar inseridos na atividade.

No terceiro momento, o início do Júri Simulado marcou um momento importante: os alunos entraram na sala, encontrando um ambiente preparado, com cadeiras dispostas estrategicamente para o Júri, com uma mistura de entusiasmo e apreensão. Murmúrios ecoavam em todo o local, enquanto cada um se acomodava em seus lugares. Com o sinal do professor, que também incorporou o papel de Juiz, os alunos se acomodaram e ficaram prontos para o início dos trabalhos. Com voz firme e objetiva foi lida a peça inicial que fundamentaria todo o julgamento. Com clareza e objetividade, foram apresentados os principais detalhes do caso, fornecendo aos participantes um contexto abrangente para os debates. A sala ficou em silêncio, destacando a concentração dos alunos. A Figura 31 mostra os momentos iniciais durante a leitura da peça jurídica.

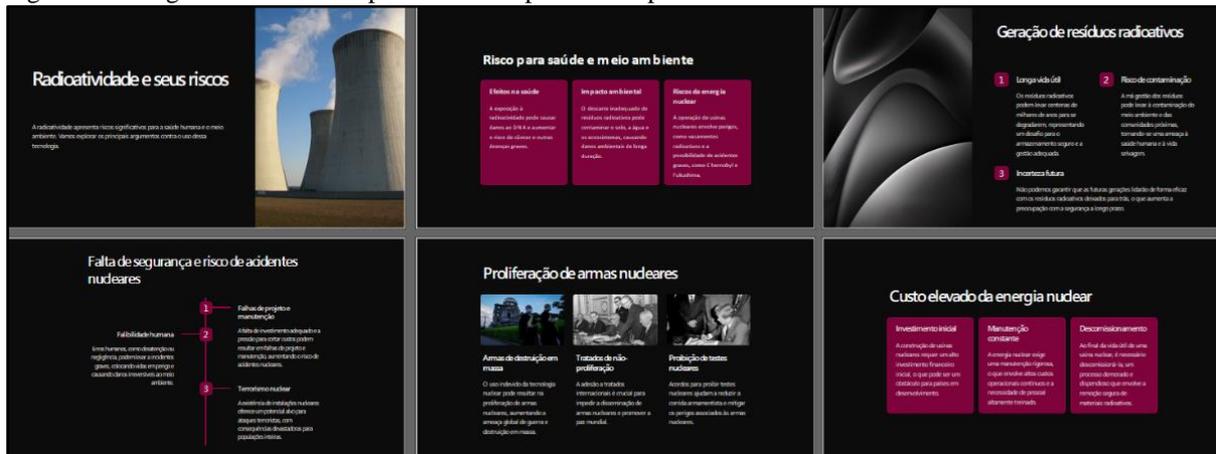
Figura 31 - Momentos iniciais do Júri Simulado



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Após a leitura da peça inicial que embasava o julgamento, a palavra foi passada à promotoria, formada pelos alunos que assumiram esse papel. Eles iniciaram sua argumentação, um pouco apreensivos e inseguros no início. Gradualmente foram se sentindo mais à vontade; dirigindo-se, atentamente para os jurados, esforçaram-se para convencê-los dos riscos e dos potenciais malefícios que uma usina nuclear poderia causar à comunidade. Utilizando uma apresentação de *slides*, os promotores apresentaram dados, estatísticas e cenários hipotéticos de maneira articulada, buscando influenciar a perspectiva dos jurados. A Figura 32 mostra fragmentos dos *slides* apresentados pela acusação.

Figura 32 - Fragmentos de Slides produzidos e apresentado pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Durante a apresentação dos alunos, conseguimos evidenciar em suas falas, a apropriação de termos técnicos e científicos estudados sobre a radioatividade, que não faziam parte de seus vocabulários, anteriormente, demonstrando conhecimento, e sendo capazes de aplicá-lo de maneira articulada (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2023).

Ao analisar a argumentação dos alunos, indícios de uma aprendizagem significativa se manifestaram na apropriação e na utilização efetiva de termos técnicos e científicos relacionados à radioatividade. Esse fenômeno demonstra um avanço no conhecimento adquirido durante o estudo do tema. Além disso, a capacidade dos alunos em aplicar esses termos de forma articulada durante a apresentação sugere não apenas uma memorização parcial, mas uma compreensão aprofundada e integrada do conteúdo. O registro do diário de bordo, datado do dia 13/09/2023), reforça esses indícios, atestando não apenas a assimilação de informações, mas a incorporação do conhecimento, fazendo-o parte integrante de sua compreensão e expressão. Esses elementos apontam para um processo de aprendizagem significativa ao longo da aplicação da UEPS.

Em seguida, a apresentação da defesa não decepcionou, revelando-se uma defesa perspicaz para a implementação da usina nuclear. Incorporados como advogados de defesa, demonstraram entendimento das complexidades associadas a essa fonte de energia, fazendo uso de *slides* que apresentavam diversos dados que corroboraram suas posições sobre o tema. Desde os avanços tecnológicos que fortaleceram a segurança das instalações modernas até a necessidade de diversificação da matriz energética, suas justificativas foram fortalecidas por informações tangíveis. Assim, os estudantes destacaram não apenas a eficiência energética, mas também os rigorosos padrões de segurança adotados nas usinas contemporâneas. Trouxeram também dados econômicos associados ao empreendimento e fortalecimento da economia local.

Informações que as usinas de Angra dos Reis (RJ) estão operando desde 1985 sem nenhuma ocorrência de acidente deram robustez à defesa. A Figura 33 traz momentos da apresentação da defesa.

Figura 33 - Argumentações da defesa no Júri Simulado



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A argumentação da defesa se destacou ao se concentrar no ambiente e no contexto social em que as usinas nucleares estão inseridas. Os estudantes não abordaram questões técnicas associadas à energia nuclear, no entanto, destacaram o papel essencial das usinas em reduzir as emissões de gases estufa, em promover a diversificação energética e em investir na evolução da segurança das usinas modernas (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2023).

A continuidade do Júri Simulado foi marcada por embate entre a promotoria e a defesa, que prosseguiram com réplicas e trélicas, questionando as evidências apresentadas. A atmosfera, às vezes, tornou-se calorosa, com as partes envolvidas ocasionalmente se desviando do tema. O entusiasmo também deu espaço a pedidos de protesto, por considerar que as informações não eram relevantes para o caso. Diante disso, o juiz teve que intervir, avaliando a pertinência, mantendo ou negando os protestos, a fim de preservar a objetividade e a equidade do Júri Simulado. Em meio a essa atmosfera, o juiz, reconhecendo a intensidade do embate, decidiu encerrar as arguições. Em seguida, aos jurados foram concedidos um momento de votar secretamente, para expressarem suas posições a favor ou contra a construção da usina. Cada jurado registrou sua decisão de maneira discreta em um pedaço de papel, e um aluno designado

para essa tarefa contabilizou os votos. Ao término do processo, o resultado foi entregue ao juiz, que proclamou o veredito a favor da construção da usina nuclear.

Quando o juiz do júri encerrou os debates, uma efusão de sons e manifestações dos alunos indicou que o momento poderia continuar, em frases, como: “Vamos continuar na próxima aula!”. Isso mostrou o entusiasmo dos estudantes naquele momento competitivo, refletindo o envolvimento positivo na atividade (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2023).

Ao analisar o entusiasmo dos alunos relatado no diário de bordo do professor, foi perceptível que a abordagem prática da atividade através do Júri Simulado proporcionou uma imersão mais profunda no conteúdo, permitindo que os estudantes aplicassem conceitos teóricos de maneira prática e contextualizada. Ao desempenharem papéis de advogados, promotores e jurados, os alunos consolidaram seus conhecimentos sobre o tema, ao mesmo tempo que desenvolveram habilidades como argumentação persuasiva, análise crítica e expressão oral. A dinâmica da atividade demonstrou-se ferramenta valiosa no processo de ensino. O ambiente simulado proporcionou a oportunidade de uma aprendizagem ativa, incentivando-os a aplicarem seu raciocínio em situações adversas, explorando diferentes perspectivas.

No entanto, para que um Júri Simulado se concretize como uma eficaz ferramenta de ensino, diversos elementos fundamentais devem ser cuidadosamente considerados, principalmente, a seleção de casos envolventes e relevantes, para garantir que os participantes estejam imersos em situações que desafiem e estimulem seus conhecimentos.

Veiga e Fonseca (2018) mencionam que o Júri Simulado inicia a partir de uma situação-problema desafiadora, estimulando os estudantes a desenvolverem uma argumentação crítica e sucinta que escape do senso comum. Essa atividade promove a colaboração entre os estudantes, incentivando a troca de ideias e a construção conjunta de argumentos. Além disso, ela os encoraja a realizar pesquisas avançadas em diversas fontes, como sites, artigos e livros. Os participantes precisam, inicialmente, adquirir um entendimento aprofundado sobre o tema em questão para, em seguida, identificar argumentos a favor ou contrários, independentemente de suas próprias posições. Isso permite que desenvolvam habilidades de contra argumentação com base na compreensão do ponto de vista do lado oposto.

A competitividade intrínseca à atividade atuou como um instrumento motivacional eficaz, estimulando os estudantes a se dedicarem ao estudo do tema e a aprimorarem suas habilidades. Conseqüentemente, durante a atividade, foi possível perceber uma evolução na fala dos alunos, evidenciando indícios de aprendizagem significativa, pois, à medida que a atividade

progredia, pôde-se observar uma transformação em suas expressões verbais, indicando não apenas a assimilação do conhecimento, mas a aplicação prática desses conceitos. Essa evolução na fala dos estudantes refletiu um aprendizado duradouro, no qual o domínio aprofundado do tema se traduziu em habilidades tangíveis.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado nesta dissertação buscou desenvolver uma proposta de Ensino de Química para alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública situada no interior do Estado de Rondônia. A proposta foi fundamentada na TAS de Ausubel, sendo desenvolvida e implementada por meio de uma UEPS intercedida pelas Tecnologias digitais. O enfoque do conteúdo foi contextualizado no âmbito do uso da radioatividade na sociedade contemporânea, resultando em um produto educacional que se configura como recurso de apoio para os professores de Química que atuam no Ensino Básico.

O estudo originou-se a partir da constatação da dificuldade enfrentada tanto pelos professores quanto pelos alunos em conectar os conceitos químicos à sua realidade cotidiana, e a necessidade de superar a abordagem convencional das aulas e convertê-las em aulas mais participativas. Reconhecendo que o engajamento ativo dos estudantes é fundamental para o aprendizado, a intenção foi criar um ambiente que tornasse os conceitos químicos mais acessíveis e relevantes, promovendo uma aprendizagem duradoura. Acredita-se que a incorporação de um recurso de suporte, como uma UEPS, pode nortear o professor no processo de ensino-aprendizagem.

Durante o processo de implementação da sequência didática foi possível destacar as contribuições significativas para o processo de aprendizagem. A abordagem por meio de uma UEPS possibilitou diversas estratégias didáticas. Essa metodologia ofereceu um leque de abordagens para atender às diferentes necessidades e estilos de aprendizado dos estudantes. A resolução de situações-problema foi uma característica relevante, promovendo a aplicação prática dos conceitos, estimulando o pensamento crítico ao mesmo tempo que a diferenciação progressiva assegurou que o conteúdo fosse apresentado de maneira gradual e adaptada à complexidade crescente, acompanhando o ritmo individual de cada aluno.

As TICs trouxeram uma série de contribuições essenciais para o processo de ensino. A integração dessas tecnologias enriqueceu as práticas pedagógicas, oferecendo um ambiente de aprendizagem dinâmico e acessível. Os simuladores, ao serem incorporados, permitiram a visualização prática dos fenômenos químicos, proporcionando uma compressão mais tangível e interativa dos temas abordados. Recursos audiovisuais, como vídeos e documentários, por sua vez, trouxeram outra dimensão ao aprendizado. A competição saudável, fomentada pela plataforma *Kahoot*, promoveu a participação ativa dos estudantes através de desafios interativos, enquanto questionários virtuais facilitaram a avaliação continuada. Ao empregar

esses elementos, as TICs diversificaram as formas de ensino e contribuíram para o aprimoramento da compreensão conceitual, engajamento dos alunos e estímulo ao pensamento.

Com base nos resultados analisados na pesquisa, emerge a convicção de que foi viável instaurar um ensino de Química mais significativo, alicerçado na contextualização do uso da radioatividade na sociedade contemporânea. Os dados extraídos do diário de bordo do professor-pesquisador e das atividades desenvolvidas pelos estudantes, evidenciaram que a UEPS possibilitou a abordagem do conteúdo intimamente relacionada ao contexto, resultando em vários momentos, em que se pôde observar indícios de aprendizagem significativa.

No que concerne à aprendizagem significativa dos conceitos de radioatividade, por meio dos passos desenvolvidos na UEPS, progressivamente, os alunos foram imersos em situações que demandaram a aplicação ou resgate dos referidos conceitos para uma compreensão mais profunda. Os resultados obtidos ilustraram que os conceitos iniciais de radioatividade, expressos pelos alunos, às vezes com base em seus conhecimentos prévios, às vezes de maneira equivocada, evoluíram gradativamente com a incorporação de novos significados. Dessa forma, o avanço evidenciado ao longo das interações indicou que os conceitos começaram a ser empregados de acordo com as definições científicas apropriadas e, posteriormente, foram relacionados a contextos distintos, transcendendo as situações originais apresentadas em sala de aula.

Neste sentido, a fim de responder à questão que norteou essa pesquisa: *Quais as contribuições de uma UEPS, associada a TICs e intermediada por elas, no ensino de radioatividade no Ensino Médio?*, ficou evidente que a UEPS desempenhou um papel fundamental na materialização dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, partindo do pressuposto que suas etapas sejam respeitadas e ancoradas nos conhecimentos preexistentes dos alunos. Em outras palavras, a UEPS permitiu a identificação das experiências dos educandos e, a partir desse ponto, cultivou uma aprendizagem significativa, destacando a importância de adotar estratégias alternativas na elaboração do material didático. Essa abordagem, quando fundamentada nos conhecimentos preexistentes dos alunos, revelou-se fundamental para a aprendizagem mais substancial e relevante para o estudante.

De maneira mais ampla, o material de apoio resultante da implementação dessa sequência didática estará disponível aos professores. Vale ressaltar que o propósito desse material é auxiliar o trabalho do professor e facilitar a prática docente a respeito do ensino dos conteúdos sobre a radioatividade. Assim, as estratégias incluídas nesse material representam sugestões para serem aplicadas em sala de aula. Cabe ao professor, diante das particularidades

de sua realidade escolar, adaptar e personalizar essas estratégias conforme o contexto de sua escola.

Diante dos acontecimentos expostos, considera-se que a proposta apresentou resultados satisfatórios em sua implementação, visto que possibilitou a identificação dos conceitos fundamentais presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Como resultado, os alunos demonstraram interesse e motivação durante a realização das atividades propostas. Adicionalmente, ao analisar os dados obtidos, tornou-se claro que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos estudados ocorrem, culminando posteriormente, em uma aprendizagem significativa. Os indícios desse avanço foram perceptíveis durante a análise dos resultados.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Antônio Suárez. *A Arte de argumentar: gerenciando a razão e a emoção*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.
- ABREU, Nathália Souza; MAIA, Jefferson Leite. O ensino de química usando tema Baía de Guanabara: uma estratégia para Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 3, p. 261-268, 2016.
- ANASTACIOU, Lea das Graças Camargo; ALVES, Leonir Pessate. *Processos de Ensino na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. Joinville: Univille, 2009.
- AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald.; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACEGA, Taiane. *Estrutura química para o 9º ano do Ensino Fundamental: uma proposta de ensino envolvendo tecnologia digital com vistas à aprendizagem significativa*. 2020. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.
- BEBER, Silvia Zamberlan Costa. *Aprendizagem Significativa, mapas conceituais e saberes populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- BELLONI, Maria Luiza. *O que é mídia-educação*. Campinas, SP: Autores Associados, 2005. (Coleção polêmicas do nosso tempo, v. 78).
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio - parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, v. 16, 2000.
- CHASSOT, Attico. *Para que(m) é útil o ensino?: alternativas para um ensino (de Química) mais crítico*. Canoas: Editora da ULBRA, 2004.
- FIGUEIREDO, Ângela Maria Rodrigues de; GHEDIN, Evandro. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In: PETERNELLA, Alessandra; GHEDIN, Evandro (Orgs.). *Teorias psicológicas e suas implicações à Educação em Ciências*. Boa Vista: Editora da UFRR, 2016.
- GELLER, Regina. *O ensino de química orgânica por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com ciência forense*. 2021. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GOBBATO, Karina. *Aprendizagem Significativa no ensino de Química: o caso da experimentação em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre polímeros sintéticos*. 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.

GÓES, Fernanda dos Santos Nogueira de; CÔRREA, Adriana Katia; CAMARGO, Rosangela Andrade Aukar de; HARA Cristina Yuri Nakata. Necessidades de aprendizagem de alunos da Educação Profissional de Nível Técnico em Enfermagem. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 68, n. 1, p. 2025, 2015.

GOMES, Alexandre D'Emery da Silva. *Uso pedagógico de software de simulação para auxiliar o desenvolvimento da aprendizagem significativa de conteúdos de eletroquímica no Ensino Médio*. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

GOMES, Duliane da Costa. *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino aprendizagem de oxirredução*. 2020. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

KLEIN, Vanessa; SANTOS, Cassiano Vasconcelos dos; SOUZA, Darliana Mello. Aplicativos educacionais para o ensino de química: incidência e análise em trabalhos científicos. *Redin - Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2018.

LEITE, Werlayne Stuart Soares; RIBEIRO, Carlos Augusto do Nascimento. A inclusão das TIC na educação brasileira: problemas e desafios. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, v. 5, n. 10, p. 173-187, 2012.

LOPES, Joaquim Bernardino. *Resolução de problemas em Física e Química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora, 1994.

MACUGLIA, Uliane. *Funções inorgânicas e digestão: uma UEPS constituída nas premissas da aprendizagem significativa e da aprendizagem cooperativa*. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

MARIALVA, Tatiana Cavalcante. Assimilação do conceito de estequiometria a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MASINI, Elcie Fortes Salzano. Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 1, p. 16-24, 2011.

MÓL, Gerson de Souza. Pesquisa qualitativa em ensino de Química. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017.

- MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa (concept maps and meaningful learning)*. Aprendizagem Significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas, v. 41, 2012.
- MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.
- MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Gen, 2011.
- MOREIRA, Marco Antônio. Unidades de ensino potencialmente significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v 1, n. 2, p. 43-63, 2011.
- NASCIMENTO, Saulo de Tércio Gomes do. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino do pH da água e seu efeito na biodiversidade. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.
- OLIVEIRA, Raquel Mignoni; CORRÊA, Ygor; MORÉS, Andréia. Ensino remoto emergencial em tempos de covid-19: formação docente e tecnologias digitais. *Revista Internacional de Formação de professores*, v. 5, p. e020028-e020028, 2020.
- PRETTO, Nelson de Luca; RICCIO, Nícia Cristina Rocha. A formação continuada de professores universitários e as tecnologias digitais. *Educar em revista*, v. 26, n. 37, p. 153-169, 2010.
- RABER, Daniel de Almeida. *Aprendizagem Significativa no ensino de Ciências: uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre energia e ligações químicas*. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.
- RONCH, Sthefen Fernando Andrade da. *Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia*. 2016. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- SANTOS, Wildson Luís Pereira dos; AULER, Décio. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- SANTOS, Wildson Luis Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- SILVA JUNIOR, Edvargue Amaro da; PARREIRA, Gizele Geralda. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino da Química no Ensino Médio. *Revista Tecnia*, v. 1, n. 1, p. 67-82, 2016.
- SILVA, Elisandra Alves da. *Aprendizagem Significativa no ensino de Química: uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o número de oxidação*. 2018. 137 f.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.

SILVA, Irleane Eduardo; FURTADO, Jocivane De Jesus; ANSELMO, Leandro Tavares; MENEZES, Sandra Alves Caitano; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima. Duelo das soluções: lúdico como ferramenta para o ensino de Química. *Pensar Acadêmico*, v. 18, n. 4, p. 746-756, 2020.

SOARES, Elis Cristina de Araújo; FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. A resolução de problemas e exercícios na formação de professores de química. *Revista Debates em ensino de Química*, v. 2, n. 1, p. 41-52, 2016.

SOUZA, Edson Elias de. *Desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Usando Metodologias Ativas para o Ensino de Forças Nucleares*. 2019. 175 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

TAVARES, Ricarte; SOUZA, Rodolpho Ornitz Oliveira; CORREIA, Alayne de Oliveira. Um estudo sobre a “TIC” e o ensino da química. *Revista Gestão Inovação e Tecnologias*, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013.

TRENTO, Elisandra. *Unidade de ensino potencialmente significativa com enfoque CTS para abordar o tema da extração mineral*. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e pesquisa*, v. 31, p. 443-466, 2005.

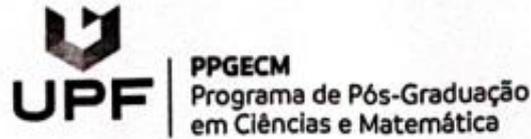
VEIGA, Léia Aparecida; FONSECA, Ricardo Lopes. O júri simulado como proposta didático-pedagógica para a formação inicial do professor de Geografia na perspectiva da aprendizagem baseada em problemas (PBL). *GEOUSP Espaço e Tempo*, v. 22, n. 1, p. 153-171, 2018.

VENDRUSCOLO, Taciana. *Limites e possibilidades de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de propriedades físicas de compostos orgânicos*. 2017.116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

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

ZANELA, Mariluci. *O professor e o “laboratório” de informática: navegando nas suas percepções*. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

## APÊNDICE A - Autorização da escola



## CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

Eu, Sérgio Luiz de Oliveira, solicito autorização da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Plácido de Castro, localizada no município de Jaru-RO, para a realização de atividades de pesquisa associadas a dissertação que desenvolvo junto ao Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de atividades didáticas junto a estudantes do 2º ano do Ensino Médio: O ENSINO DE RADIOATIVIDADE POR MEIO DE UMA UEPS INTERCEDIDA PELAS TICS. O período de aplicação das atividades na escola será de 20/08/2023 a 10/09/2023 e contará com a visita do professor orientador do estudo.

Autorizo

Não autorizo

*Adelaide Barreto da Silva*

Responsável pela Escola Nome,

cargo e carimbo

**Adelaide Barreto da Silva**  
*Vice Diretora*  
Port. n°103/2023/SEDUC

---

Eu, Sérgio Luiz de Oliveira, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.

Mestrando: Sérgio Luiz de Oliveira

## APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Seu filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa: “O ENSINO DE RADIOATIVIDADE POR MEIO DE UMA UEPS INTERCEDIDA PELAS TECNOLOGIAS DIGITAIS” de responsabilidade do pesquisador Sérgio Luiz de Oliveira e orientação da Dra. Aline Locatelli. Esta pesquisa apresenta como objetivo, *desenvolver, implementar e avaliar uma UEPS para o estudo de Radioatividade, intercedida pelas tecnologias digitais, direcionada para alunos do segundo ano do Ensino Médio*. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 15 horas/aula. Esclarecemos que a participação do seu filho(a) 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 poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. A participação do seu filho(a) nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora orientadora do trabalho Dra. Aline Locatelli pelo e-mail [alinelocatelli@upf.br](mailto:alinelocatelli@upf.br) ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail [ppgecm@upf.br](mailto:ppgecm@upf.br). Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Jaru, 05 de agosto de 2023.

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

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

Assinatura do responsável: \_\_\_\_\_

Assinaturas dos pesquisadores: \_\_\_\_\_

### APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: “O ENSINO DE RADIOATIVIDADE POR MEIO DE UMA UEPS INTERCEDIDA PELAS TECNOLOGIAS DIGITAIS” de responsabilidade do pesquisador Sérgio Luiz de Oliveira e orientação da Dra. Aline Locatelli. Esta pesquisa apresenta como objetivo, *desenvolver, implementar e avaliar uma UEPS para o estudo de Radioatividade, intercedida pelas tecnologias digitais, direcionada para alunos do segundo ano do Ensino Médio*. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 15 horas/aula. Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a pesquisadora orientadora do trabalho Dra. Aline Locatelli pelo e-mail alinelocatelli@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br. Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Jaru, 05 de agosto de 2023.

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

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

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Assinaturas dos pesquisadores: \_\_\_\_\_

### APÊNDICE D - Questões sobre radioatividade

**01 (UNESP-SP)** No processo de desintegração natural de  ${}_{92}\text{U}^{238}$ , pela emissão sucessiva de partículas alfa e beta, forma-se o  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ . Os números de partículas alfa e beta emitidos neste processo são, respectivamente,

- a) 1 e 1.
- b) 2 e 2.
- c) 2 e 3.
- d) 3 e 2.
- e) 3 e 3.

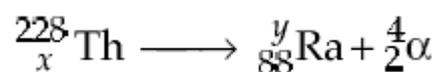
**02 (CESGRANRIO-RJ)** Após algumas desintegrações sucessivas, o  ${}_{90}\text{Th}^{232}$ , muito encontrado na orla marítima de Guarapari (ES), se transforma no  ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ . O número de partículas e emitidas nessa transformação foi, respectivamente, de:

- a) 6 e 4
- b) 6 e 5
- c) 5 e 6
- d) 4 e 6
- e) 3 e 3

**03 (Ceub-DF)** A partir de um átomo radioativo (X), chega-se ao elemento  ${}_{86}\text{Rn}^{220}$  por meio de duas emissões alfa ( $\alpha$ ) e duas emissões ( $\beta$ ). Os números atômico e de massa do átomo radioativo são, respectivamente:

- a) 92 e 224.
- b) 92 e 228.
- c) 88 e 228.
- d) 88 e 224.
- e) 90 e 226.

**04 (UNIRP-SP)** Quando um átomo de isótopo 228 do elemento químico tório libera uma partícula alfa (partícula com 2 prótons e número de massa igual a 4), originando um átomo de rádio, de acordo com a equação:



valores de x e y são, respectivamente:

- a) 88 e 228.
- b) 89 e 226.
- c) 91 e 227.
- d) 90 e 224.
- e) 92 e 230.

**05** O físico brasileiro César Lattes desenvolveu importantes pesquisas com emulsões nucleares contendo átomos de boro ( $5\text{B}^{10}$ ) bombardeados por nêutrons. Quando um nêutron, em grande velocidade, atinge o núcleo de um átomo de ( $5\text{B}^{10}$ ), e é por ele absorvido, dá origem a dois átomos de certo elemento químico (X) e a um átomo de trítio ( $1\text{H}^3$ ).

O número atômico e o número de massa do elemento X são:

**06 (ITA-SP)** Considere as seguintes afirmações:

- I. A radioatividade foi descoberta por Marie Curie.
- II. A perda de uma partícula beta de um átomo de  $33\text{As}^{75}$  forma um átomo de número atômico maior.
- III. A emissão de radiação gama a partir do núcleo de um átomo não altera o número atômico e o número de massa do átomo.
- IV. A desintegração de  $88\text{Ra}^{226}$  a  $83\text{Po}^{214}$  envolve a perda de 3 partículas alfa e de duas partículas beta.

Das afirmações feitas, estão CORRETAS:

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

**07 (Cesgranrio-RJ)** Após algumas desintegrações sucessivas, o  $90\text{Th}^{232}$ , muito encontrado na orla marítima de Guarapari (ES), se transforma no  $82\text{Pb}^{208}$ . O número de partículas emitidas nessa transformação foi, respectivamente, de:

- a) 6 e 4
- b) 6 e 5

- c) 5 e 6
- d) 4 e 6
- e) 3 e 3

**08 (UEPG-PR)** Uma série radioativa consiste em um conjunto de radioisótopos que são formados a partir de um radioisótopo inicial, pela sucessiva emissão de partículas alfa e beta. Na série radioativa que se inicia com o  ${}^{93}\text{Np}^{237}$  e termina com o  ${}^{83}\text{Bi}^{209}$ , o número de partículas e emitidas é de, respectivamente:

**09 (UFRJ-RJ)** Em 1940, McMillan e Seaborg produziram os primeiros elementos transurânicos conhecidos, através do bombardeio de um átomo de  ${}^{92}\text{U}^{238}$  com uma partícula X, produzindo um isótopo desse elemento. O isótopo produzido por McMillan e Seaborg apresentou decaimento, emitindo uma partícula Y equivalente ao núcleo do hélio.

- a) Identifique a partícula X utilizada pelos cientistas e escreva a equação de formação do isótopo.
- b) Dê o nome e calcule o número de nêutrons do elemento resultante do decaimento do isótopo do Urânio.

**10 (FATEC-SP)** Na equação representada a seguir:



os números de partículas alfa e beta, representados por X e Y, emitidas nesse processo são, respectivamente:

- a) 1 e 2.
- b) 3 e 4.
- c) 4 e 5.
- d) 2 e 1.
- e) 4 e 3.

**APÊNDICE E - Questões sobre decaimento radioativo**

1) Meia-vida é o tempo necessário para uma atividade radioativa seja reduzida a zero.

- a) Verdadeiro            b) Falso

2) Se tivermos 12 gramas de césio-137, sabendo que o tempo de meia-vida pe de 30 anos, em quanto tempo sobraria 0,75 gramas desta amostra?

- a) 150 anos  
b) 125 anos  
c) 120 anos  
d) 90 anos

3) A função exponencial da meia-vida pode determinar a idade de fósseis, vegetais, animais, rochas e da terra.

- a) Verdadeiro            b) Falso

4) A meia-vida varia com a pressão ou com a temperatura, e também não depende da quantidade inicial da amostra.

- a) Verdadeiro            b) Falso

5) Qual das seguintes profissões utiliza a função exponencial de meia-vida para datar a idade de suas descobertas?

- a) Arqueólogo e Médico  
b) Astronauta e Médico  
c) Paleontólogo e Geólogo  
d) Arqueólogo e ator

6) A meia-vida do iodo: 60 dias, a amostra inicial: 2 gramas, quantos gramas restarão após 6 meses?

- a) 2 gramas  
b) 0,5 gramas  
c) 0,25 gramas  
d) 1 grama

7) A meia-vida do elemento radioativo é de 250 anos. Qual é a porcentagem da amostra inicial existirá após 1000 anos?

- a) 6,25%
- b) 50%
- c) 12,5%
- d) 25%

8) 20 gramas de um isótopo radioativo decrescem para 5 gramas em 16 anos. Qual é a meia-vida do isótopo?

- a) 4 anos
- b) 16 anos
- c) 8 anos
- d) 10 anos