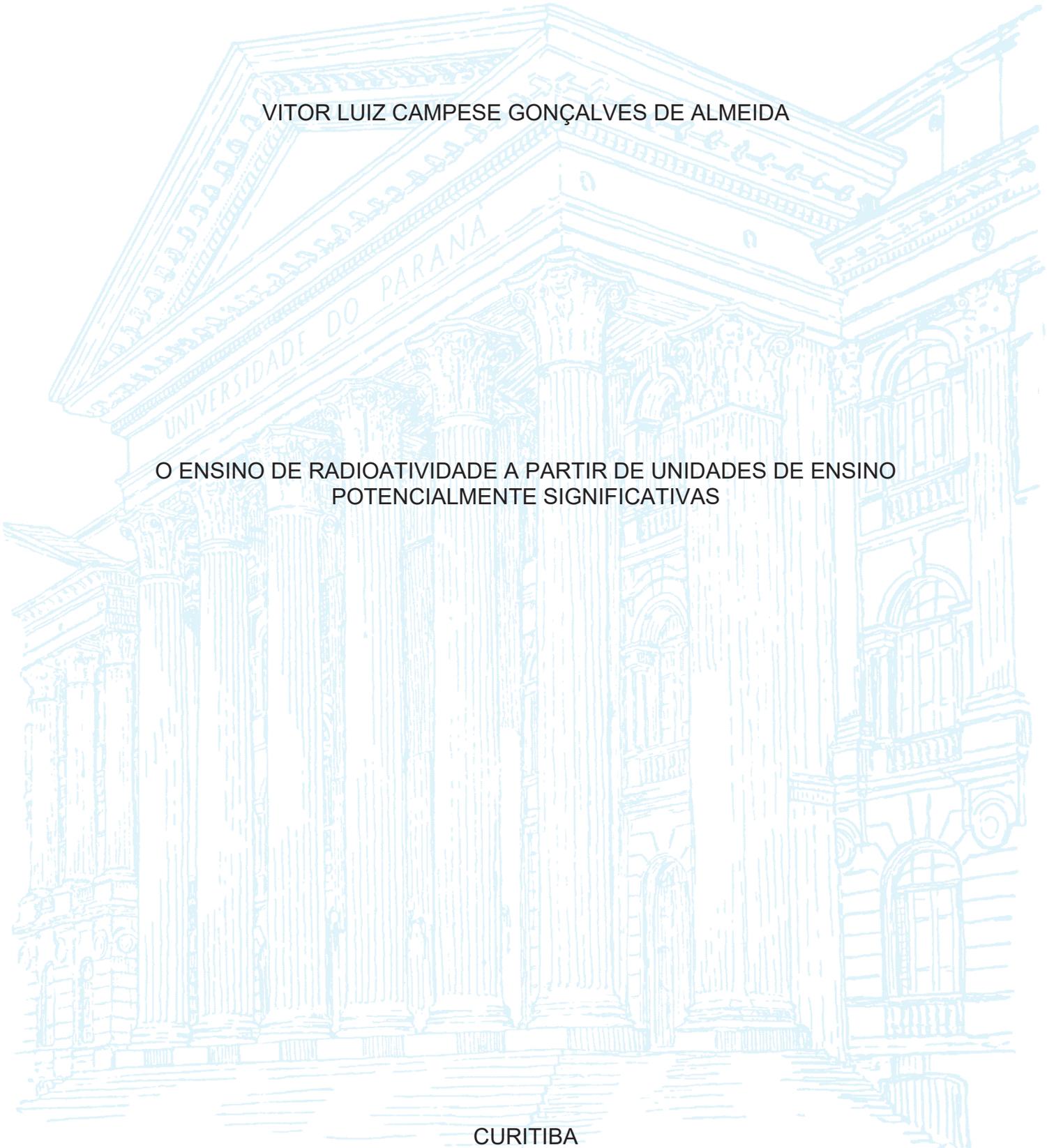


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VITOR LUIZ CAMPESE GONÇALVES DE ALMEIDA

O ENSINO DE RADIOATIVIDADE A PARTIR DE UNIDADES DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

CURITIBA  
2024



VITOR LUIZ CAMPESE GONÇALVES DE ALMEIDA

O ENSINO DE RADIOATIVIDADE A PARTIR DE UNIDADES DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática

Orientador: Prof. Dr. Everton Bedin

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Almeida, Vitor Luiz Campese Gonçalves de

O ensino de radioatividade a partir de unidades de ensino potencialmente significativas. / Vitor Luiz Campese Gonçalves de Almeida. – Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Everton Bedin

1. Química – Estudo e ensino. 2. Radioatividade. 3. Aprendizagem. I. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. II. Bedin, Everton. III. Título.

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA - 40001016068P7

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **VITOR LUIZ CAMPESE GONÇALVES DE ALMEIDA** intitulada: **O ENSINO DE RADIOATIVIDADE A PARTIR DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS**, sob orientação do Prof. Dr. EVERTON BEDIN, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Fevereiro de 2024.

Assinatura Eletrônica  
29/02/2024 18:31:09.0  
EVERTON BEDIN  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
29/02/2024 19:01:53.0  
GEORGE HIDEKI ROSSINI SAKAE  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
06/03/2024 12:17:14.0  
PAULO ROGÉRIO MIRANDA CORREIA  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)

Assinatura Eletrônica  
29/02/2024 18:37:11.0  
DIEISON PRESTES DA SILVEIRA  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Rua Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 100 - Centro Politécnico - Edifício da Administração - 4º. Andar - CURITIBA - Paraná - Brasil  
CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3696 - E-mail: ppgecm@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 340761

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaocassinaturas.jsp> e insira o código 340761**

DEDICO esta dissertação para pessoas que fazem parte da minha história, pois sem elas este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam:

- A minha querida Mãe, Lizete de Cássia Campese;

- A minha amada Vó, Angelina de Lourdes Campese - *In Memoriam*;

- Ao meu Pai, Paulinho Gonçalves de Almeida  
- *In Memoriam*;

## AGRADECIMENTOS

*“Em tudo daí graças, porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para convosco” (1 Tessalonicenses 5:18).*

Ao concluir esta dissertação, faço os seguintes agradecimentos:

- a Deus, pela força, discernimento e sabedoria para vencer as adversidades da vida durante este percurso;

- a Nossa Senhora Aparecida, pela sua intercessão;

- ao Movimento de Cursilhos de Cristandade (MCC), pela pertença e amizades realizadas. DECOLORES, Viva a Vida!

- a minha Mãe, Lizete, pela motivação, inspiração, cuidado e amor que demonstra em todos os momentos comigo;

- A minha avó paterna, Maria Antoninha de Almeida;

- Aos meus avós - *In Memoriam* - Angelina e Luiz Campese, que ensinaram valores que norteiam minha vida;

- ao meu orientador, Prof. Dr. Everton Bedin, pelas valiosas contribuições e ensinamentos durante as correções e sugestões que culminaram para o êxito deste trabalho;

- a Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo auxílio concedido;

- aos meus amigos e familiares, que sempre tinham uma palavra de apoio e de incentivo para contribuir no desenvolvimento deste trabalho;

- aos professores que integraram a Comissão Examinadora, fundamentais para o aprimoramento da minha pesquisa: Prof. Dr. Paulo Rogério Miranda Correia, Prof. Dr. Dieison Prestes da Silveira e ao Prof. Dr. George Hideki Rossini Sakae.

Muito obrigado a todos!!!

Então, mire as estrelas e salte o mais alto que der  
Tome distância e faça o melhor que puder  
Só não se permita viver na sombra do talvez  
Aqui só se vive uma vez

Vença os seus medos  
Você é capaz de voar por cima das vozes que gritam  
pra você parar  
Não há nessa vida algo que não se possa alcançar  
Você só precisa ir buscar.

“Mire as estrelas” - Rosa de Saron

## RESUMO

A importância da Radioatividade cada vez mais é discutida na sociedade, devida a sua vasta empregabilidade nas diversas áreas, como na medicina, na agricultura, na alimentação e na produção de energia, dentre outras. Contudo, há ausência de discussão do tema que deve ser pauta de debate e aprendizado nas escolas de ensino médio, pois é imperativo pelas Diretrizes do Paraná e pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O presente trabalho tem por objetivo analisar o processo de aprendizagem significativa sobre o conceito de Radioatividade a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), construída e aplicada a estudantes de uma escola pública do 1º ano do ensino médio. O tipo de pesquisa é qualitativo e decorreu da aplicação da UEPS, com a temática da Radioatividade e trechos da minissérie Chernobyl, com posterior constituição de dados mediante a avaliação das etapas da UEPS bem como da construção dos mapas conceituais e da resolução do problema formulado. A análise dos mapas construídos pelos estudantes deu-se por meio das Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHS), a fim de verificar se houve aprendizagem significativa do conceito de Radioatividade. Somado a LIPHS, aplicou-se um problema que abordou o conteúdo estudado para, de forma enriquecedora, compreender o entendimento dos estudantes dos conceitos de Radioatividade, propiciando uma análise mais robusta quanto aos indícios de aprendizagem significativa. Por fim, se constatou que há indícios de aprendizagem significativa dos conceitos científicos em torno da Radioatividade. Esses indícios foram vistos nas respostas das perguntas formulados e obtidas ao longo da UEPS com a exibição dos trechos da minissérie, nesta etapa pode-se perceber que houve uma mudança de compreensão, já que o subsunçor tornou-se mais robusto. Os indícios também foram observados nos mapas conceituais analisando a preposição formulada e na resolução de problema.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Radioatividade. UEPS. Aprendizagem Significativa.

## ABSTRACT

The importance of radioactivity is increasingly discussed in society, given its vast employability in various areas, such as medicine, agriculture, food and energy production, among others. However, there is a lack of discussion on the topic that should be the subject of debate and learning in high schools, as it is imperative according to the Paraná Guidelines and the National Common Curricular Base (BNCC). The present work aims to analyze the process of significant learning about the concept of radioactivity from a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS), built and applied to students from a public school in the 1st year of high school. The type of research is qualitative and the UEPS was applied, with the theme of radioactivity and excerpts from the miniseries Chernobyl, with subsequent data creation through the evaluation of the UEPS stages as well as the construction of conceptual maps and the resolution of the formulated problem. Analysis of the maps constructed by the students was carried out using Inappropriate or Limited Hierarchical Structures (LIPHS), in order to verify whether there was significant learning of the concept of radioactivity. In addition to LIPHS, a problem was applied that addressed the trained content to, in an enriching way, understand the students' understanding of the concepts of Radioactivity, providing a more robust analysis regarding the significant learning promises. Finally, it was found that there is promise for significant learning of scientific concepts surrounding radioactivity. These were seen in the answers to the questions formulated and obtained throughout the UEPS with the exhibition of excerpts from the miniseries. At this stage it can be seen that there was a change in understanding, as the subsumer became more robust. The concepts were also presented in the concept maps analyzing the formulated preposition and the resolution of the problem.

**Keywords:** Chemistry Teaching. Radioactivity. PMTU. Meaningful Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de preposições	36
Figura 2 - Ordem de execução dos trechos selecionados	38
Figura 3 - Autor manuseando o Educatron	44
Figura 4 - Educatron em uso	45
Figura 5 - Estudantes respondendo as questões iniciais	46
Figura 6 - Tela de início do jogo	49

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PASSOS DA REVISÃO DE LITERATURA	17
QUADRO 2 - DESCRITORES UTILIZADOS	18
QUADRO 3 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO UTILIZADOS NA REVISÃO	19
QUADRO 4 - DISSERTAÇÕES E TESES ESPECÍFICAS SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO PERÍODO DE 2019 A 2023	19
QUADRO 5 - QUADRO ORGANIZADOR I	24
QUADRO 6 - ALGUNS ACIDENTE QUE OCORREAM AO LONGO DA HISTÓRIA	26
QUADRO 7 - TRECHO DAS CENAS SELECIONADAS	38
QUADRO 8 - TRECHO SELECIONADO PARA EXIBIÇÃO	40
QUADRO 9 - TRECHO SELECIONADO PARA EXIBIÇÃO	40
QUADRO 10 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES - PRIMEIRA PERGUNTA	46
QUADRO 11 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES - SEGUNDA PERGUNTA	47
QUADRO 12 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES - TERCEIRA PERGUNTA	47

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - LEVANTAMENTO DE TESES E DISSERTAÇÕES SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE RADIOATIVIDADE NO PERÍODO DE 2019 A 2023 18

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

AIEA	- Agência Internacional de Energia Atômica
BDTD	- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
ENEM	- Exame Nacional do Ensino Médio
HBOX	- Home Box Office
INES	- International Nuclear Event
LIPHS	- Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies
MMC	- Movimento de Cursilhos de Cristandade
MNPEF	- Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
PPGECM	- Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática
SKY	- Serviços de Banda Larga Ltda
TAS	- Teoria de Aprendizagem Significativa
UEPS	- Unidades de ensino potencialmente significativa
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UTFPR	- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	13	
<b>2.</b>	17	
2.1	REVISÃO DE LITERATURA	17
<b>3.</b>	23	
3.1	O ENSINO DE QUÍMICA E A RADIOATIVIDADE	23
3.2	ALGUNS ACIDENTES COM MATERIAIS RADIOATIVOS OCORRIDOS NA HISTÓRIA	26
3.3	A MINISSÉRIE CHERNOBYL: INTERSEÇÕES COM A RADIOATIVIDADE	27
<b>4.</b>	30	
3.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	30
3.2	UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	33
3.3	MAPAS CONCEITUAIS	34
3.4	ESTRUTURAS HIERÁRQUICAS INAPROPRIADAS OU LIMITADAS	35
<b>5.</b>	37	
4.1	NATUREZA E A CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	37
4.2	OS SUJEITOS E O LOCAL DA PESQUISA	37
4.3	A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	38
4.4	O INSTRUMENTO DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS	41
4.5	ANÁLISES DOS DADOS	42
<b>6.</b>	43	
6.1	INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A INTERPRETAÇÃO INDUTIVA-CONSTRUTIVA NA APLICAÇÃO DA UEPS	43
6.2	INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A LIPHS NOS MAPAS CONCEITUAIS	62
6.3	INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE PROCESSUAL NA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS	70
<b>7</b>	74	

<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE 1 - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>82</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Neste preâmbulo, rememoro a trajetória acadêmica e pessoal que conduziram a realização desta dissertação. Estes fatos fazem parte do contexto do pesquisador, uma vez que somos pessoas construídas, socialmente, a partir destas vivências.

O que você vai ser quando crescer? É a pergunta feita. Nunca soube responder essa pergunta, de pronto, pois, tinha inúmeras dúvidas, médico, advogado, engenheiro.

O Ensino Fundamental, fiz em colégio público. Ao ir avançando nas séries (na época era essa a denominação), a complexidade aumentava, principalmente nas provas e, para estudar, utilizava a técnica de “brincar de dar aula”, repetia aquilo que os professores faziam em sala. Seria o prenúncio da minha profissão, mas não imaginava.

Na oitava série, realizei diversas provas para ingressar no Ensino Médio num colégio com maior estrutura para prestar o vestibular. Após as provas, não obtive aprovação em nenhum dos colégios que pleiteava. Até que num dos colégios que tinha feito prova – não fazia parte das minhas prioridades - tinha sido selecionado para cursar o Ensino Médio; um colégio particular com bolsa integral. Fiz o Ensino Médio no colégio e foi incrível.

Chegaram o chamado “terceirão” e o vestibular, ano de intensos desafios. A indecisão para que prestar o vestibular continuava. Demorei para responder à pergunta - O que você vai ser quando crescer? - respondi, no último dia de inscrição. Escolhi Química, pois me identificava com conceitos que eram ensinados.

Ingressei na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), via Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), no ano de 2016, no curso de licenciatura em Química. O “brincar de dar aula” se tornou a profissão que escolhi para me graduar. Anos árduos até a formatura, porém, decisivos para o ingresso no mestrado, posteriormente, pois foi na graduação que aprendi que o professor pode ser um pesquisador nato e que, cotidianamente, investiga a sua prática docente. Durante a graduação, tive a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), submetendo trabalhos para eventos, o que despertou meu interessasse cada vez mais pela educação.

Após me formar como licenciado em Química, e com intuito de aperfeiçoamento, submeti projeto para o curso de Mestrado do Programa de Pós-

Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e fui aprovado. O projeto visava a construção de sequências didáticas a partir da minissérie Chernobly, por meio do ensino por investigação, a fim de buscar meios para superar o ensino convencional da Química.

Os conhecimentos de Química são essenciais para que os cidadãos possam analisar e ter um posicionamento frente as discussões contemporâneas, haja vista que a Química está presente em diversos setores que envolvem desde a alimentação, vestimenta, medicina, até os meios de transporte e as tecnologias empregadas em aparelhos eletrônicos (Evaristo; Guilherme; Almeida, 2020). Desse modo, a Química é imprescindível para compreender algumas das principais tecnologias hodiernas e cabe ao professor considerar a aplicação dessa Ciência no cotidiano mediante essas tecnologias, para evidenciar estes elementos ao ministrar uma aula.

Porém, a forma convencional de ensinar em que prepondera à memorização de conceitos, ainda prevalece no ensino médio (Paraná, 2021). Essa forma de ensinar Química pouco contribui para que os estudantes possam utilizar conhecimentos construídos a partir do ensino de química, para tomar decisões frente às mais variadas questões sociais, bem como ao desenvolvimento da própria sociedade. Para Santos e Schnetzler (1996), o estudante poderá participar da vida em sociedade com mais efetividade se compreender os conceitos químicos. Para contornar esse quadro, evidenciamos a necessidade de o professor ensinar conceitos químicos mostrando e destacando a importância desses no cotidiano do estudante.

Uma das maneiras de aproximar o ensino de química dos estudantes é mediante as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e a construção de mapas conceituais. Empregando esses recursos, é possível, ao nosso ver, fomentar o ensino e, por fim, a aprendizagem significativa de conceitos químicos.

As UEPS alinhadas à construção de mapas conceituais são ferramentas pedagógicas que possibilitam envolver os estudantes e facilitar o ensino dos conceitos, gerando a aprendizagem significativa desses (Hilger; Griebeller, 2013). Esse alinhamento tem contribuído positivamente para o ensino em diversas áreas do conhecimento e, de modo particular, ao ensino de química (Hilger; Griebeller, 2013; Locatelli; Santos; Zoch, 2016; Nuncio, 2016).

Assim, se pensarmos em ensinar Química, especificamente o conteúdo de Radioatividade, podemos empregar as UEPS para o ensino do conceito de Radioatividade, e, por derradeiro, a aprendizagem significativa deste conceito a ser

avaliado a partir do mapeamento conceitual. Essa abordagem pode alcançar êxito, já que os estudantes facilmente podem ser habituados ao trabalho colaborativo, além de superar o quadro de ensino convencional ao aplicar a UEPS.

A Radioatividade, podemos conceituar, como uma “atividade que certos átomos têm de emitir partículas e radiação eletromagnéticas de seus núcleos instáveis para adquirir estabilidade” (Reis, 2013, p. 291). Essas emissões ocorrem a partir de partículas denominadas Alfa ( $\alpha$ )<sup>1</sup> e Beta ( $\beta$ )<sup>2</sup>, e de emissões a partir de ondas eletromagnéticas denominadas Gama ( $\gamma$ )<sup>3</sup>. Isto é, essa última emissão é em formato de radiação ionizante<sup>4</sup>. Diretamente ligado às emissões, temos o tempo de meia-vida, que é a diminuição da emissão dos radioisótopos pela metade.

O desinteresse do estudante pela Química, por considerar os conteúdos dessa ciência de pouca importância e sem significado para a sua vida (Lima, 2012), revela que a forma de ensinar deve ser aperfeiçoada. Dessa forma, um dos modos de superar esses pretextos é com uma abordagem didático-pedagógica, por meio da UEPS, e de mapas conceituais, que trará para sala de aula o alinhamento da colaboração com metodologia de ensino. Para o desenvolvimento das UEPS, empregaremos os princípios norteadores da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausebel, 2003).

Desse modo, entendemos que empregar uma UEPS para o ensino de Radioatividade parece viável, uma vez que os estudantes podem galgar uma aprendizagem significativa. Para tanto, este estudo visa responder ao seguinte problema de pesquisa: De que modo ocorre o processo de aprendizagem significativa sobre Radioatividade a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com alunos do Ensino Médio? O objetivo geral, no que lhe concerne, é: analisar como ocorre o processo de aprendizagem significativa sobre a Radioatividade a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa em alunos da Educação Básica.

Para tanto, os objetivos específicos são:

---

<sup>1</sup> Essa radiação é constituída de dois prótons e dois nêutrons, exatamente como o núcleo de um átomo de Hélio.

<sup>2</sup> Essa radiação é constituída de partículas leves com carga elétrica negativa, semelhante a elétrons. Em função disso é que o seu desvio é maior que o das partículas alfa.

<sup>3</sup> Ao contrário das anteriores, a radiação gama não é uma partícula, mas sim de uma radiação eletromagnética semelhante aos raios X.

<sup>4</sup> Energia suficiente para retirar um elétron da valência e formar um íon ou radicais livres.

- Produzir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre a temática Radioatividade;
- Aplicar a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre a Radioatividade;
- Analisar se a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) fornece indícios sobre o processo de aprendizagem significativa sobre Radioatividade.
- Entender como ocorre o processo de aprendizagem significativa a partir de uma UEPS.

Este trabalho é constituído de sete capítulos. No primeiro capítulo, introduzimos as ideias do estudo, a fim de justificar a importância da pesquisa, o problema e os objetivos, tanto geral, quanto específicos. No segundo capítulo, apresentamos a revisão de literatura, para mostrar a lacuna existente nos debates envolvendo a presente temática de estudo. No terceiro capítulo, abordamos aspectos em torno do ensino de química e Radioatividade, bem como o levantamento de acidentes nucleares e de minissérie para compor a UEPS. No quarto capítulo, exploramos alguns conceitos em torno da teoria da aprendizagem significativa; de modo pontual sobre UEPS e mapas conceituais. No quinto capítulo, apresentamos a metodologia de pesquisa, apontando a natureza e o tipo do procedimento. No sexto capítulo, exibimos os resultados e, por último, no sétimo capítulo, pontuamos os resultados para a conclusão deste estudo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Apresentamos neste capítulo a revisão de literatura, que tem por objetivo mostrar o que existe publicado no campo de pesquisa com base em levantamento na plataforma de depósito de dissertações e teses: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), para que, conhecendo as eventuais lacunas, possamos nortear a pesquisa e propor eventuais preenchimento delas com o resultado desta investigação.

### 2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Visando a compreensão sobre a inserção da temática na área, foi realizado um levantamento na plataforma de dados da BDTD. Foram definidos os descritores, gerando o conjunto analítico para verificação, sendo selecionado o escopo pelos títulos e resumos. Após, realizou-se uma síntese e algumas considerações sobre as partes mais relevantes de cada trabalho encontrado.

O levantamento na BDTD foi realizado pelo fato de ser uma plataforma que abrange pesquisa de mestrado e doutorado, de todo o país, além de ser um ambiente virtual de acesso amplo por qualquer usuário da rede mundial de computadores. Assim, a BDTD se torna uma auxiliar no levantamento de informações, que são imprescindíveis à pesquisa para verificarmos as lacunas existentes e como nós podemos contribuir. A revisão de literatura foi feita em 5 passos, apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 – Passos da revisão de literatura

Passo 1	Definição dos descritores
	Busca na plataforma BDTD
	Organização dos dados buscados
Passo 2	Exclusão das buscas em duplicatas
	Definição dos critérios de inclusão e exclusão
Passo 3	Análises dos títulos e dos resumos com os critérios
Passo 4	Organização dos trabalhos selecionados - após aplicação dos critérios
	Leitura individualizada de cada trabalho selecionado
Passo 5	Descrição das principais ideias destes trabalhos.

Fonte: Os autores (2023).

Os descritores usados no levantamento e o operador booleano<sup>5</sup> são mostrados no Quadro 2.

QUADRO 2 - DESCRITORES UTILIZADOS

Descritores
“Radioatividade” AND “Ensino de Química”
“Unidades de Ensino Potencialmente Significativas” AND “Química”
“Teoria da Aprendizagem Significativa” AND “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas”
“Radioatividade” AND “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas”
"UEPS" AND "Mapa Conceitual"

Fonte: Os autores (2023).

Como critério para refinamento do levantamento, foram consideradas pesquisas dos últimos 5 anos (2019 até 2023 mês de maio), pelo fato de serem recentes produções acadêmicas. Desse modo, o levantamento inicial apresentou 176.095 arquivos de dissertações e teses defendidas, sendo cerca de 120 mil dissertações e 50 mil teses, no período supracitado, apresentando significativa produção acadêmica no país. Após, foi aplicado os descritores para refinamento da busca.

O resultado do levantamento, levando em conta cada descritor proposto, exibimos na Tabela 1.

TABELA 1 – LEVANTAMENTO DE TESES E DISSERTAÇÕES SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE RADIOATIVIDADE NO PERÍODO DE 2019 A 2023

Descritores	Dissertações	Teses	Total
“Radioatividade” AND “Ensino de Química”	12	0	12
“Unidades de ensino potencialmente significativas” AND “Química”;	33	9	42
“Teoria da aprendizagem Significativa” AND “Unidades de ensino potencialmente significativas”	61	5	66
“Radioatividade” AND “Unidades de ensino potencialmente significativas”	2	0	2

<sup>5</sup> O Operador Booleano atua como palavras que informam ao sistema de busca como combinar os termos de sua pesquisa.

"UEPS" AND "mapa conceitual"	9	1	10
<b>TOTAL</b>	117	15	132

Fonte: Os autores (2023).

Após a leitura dos títulos e dos resumos, foram selecionados apenas os trabalhos que abordaram o conceito de Radioatividade e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, relativos à teoria da Aprendizagem Significativa como parâmetro de escolha. Os critérios de inclusão e exclusão utilizados são vistos no Quadro 3.

QUADRO 3 -- CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO UTILIZADOS NA REVISÃO

<b>Críticos de inclusão</b>	<b>Críticos de exclusão</b>
A pesquisa trata de Radioatividade	A pesquisa trata de outras temáticas
A pesquisa é na área da educação ou ensino	A pesquisa pertence à outras áreas
A pesquisa trata de UEPS	A pesquisa trata sequências didáticas em geral

Fonte: Os autores (2023).

Durante a leitura, alguns trabalhos traziam no seu título algum aspecto dos critérios adotados, porém, na leitura do resumo, notamos que versava sobre outras questões não pertinentes ao recorte, tais como ensino infantil e outras teorias de ensino e aprendizagem. Dessa maneira, após a leitura dos resumos, foi feita a exclusão de trabalhos que não coadunavam com a pesquisa. Por isso, após a exclusão e a permanência de trabalhos que versam com os critérios adotados, foram analisadas dissertações que trazem o tema de Radioatividade e UEPS atreladas a TAS, sendo localizadas apenas duas (QUADRO 4).

QUADRO 4 -- DISSERTAÇÕES E TESES ESPECÍFICAS SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO PERÍODO DE 2019 A 2023

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Trabalho</b>	<b>Local</b>
UEPS para a aprendizagem significativa de física nuclear no ensino médio	CAMPOS, Eduardo Toniolo	2021	Dissertação	Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF

Radioatividade: uma proposta para a aprendizagem significativa para o ensino de química	FREDERICE, Claudemar	2023	Dissertação	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Mestrado Profissional em química em rede nacional - PROFQUI
---	----------------------	------	-------------	---

Fonte: Os autores (2023).

Julga-se haver obstáculo em identificar dissertações com o conceito de Radioatividade, utilizando a TAS ou a UEPS. Esse fato, faz com que se aumente interesse no tema em pesquisa.

A dissertação de Campos (2021), que foi apresentada no Programa de Pós-graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), teve por objetivo o ensino de conceitos que gravitam em torno de elementos científicos da Radioatividade, para tal foi desenvolvido um produto educacional, uma UEPS. Para Campos (2021), o produto educacional desenvolvido pode contribuir com a aprendizagem da temática, ora em estudo. Na pesquisa desenvolvida por ele, o produto didático - UEPS, foi aplicada no ensino médio em cinco atividades, a fim de se aplicar teorias inerentes a TAS, assentado nos estudos de David Ausubel e Marco Antônio Moreira. As atividades propostas, a saber:

Atividade 1: Introdução do assunto em estudo para compreensão dos conhecimentos prévios dos estudantes, em baixo nível de complexidade, a partir de questionários. O autor afirma “essa atividade é de suma importância, pois, a proposta principal é auxiliar o aluno a despertar os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva, a fim de utilizá-los na ancoragem dos conteúdos subsequentes” (Campos, 2021, p. 68-69). Essa fase se deu com a leitura de textos e o professor conduzindo uma discussão, para inferir os conhecimentos prévios.

Atividade 2: Introdução dos conceitos em torno da Radioatividade em que os organizadores prévios dos estudantes são necessários para compreensão complexidade (Campos, 2021). Essa introdução se deu pela exibição de vídeos em plataforma.

Atividade 3: Introdução dos conceitos em torno da Radioatividade, no entanto, em nível de maior complexidade, com cálculos de decaimento radioativo. O professor apresenta leis do conteúdo da Radioatividade de forma expositiva (Campos, 2021).

Atividade 4: A inserção de problemas de maior complexidade, utilizando leis aprendidas na atividade anterior. O autor trabalhou com exercícios envolvendo cálculo matemático de maior complexidade (Campos, 2021).

Atividade 5: “Retomar os conceitos aprendidos, procurando facilitar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora” (Campos, 2021, p. 77). O professor fez a aplicação do jogo proposto para verificar se a TAS estava sendo observada com a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Durante o jogo, os alunos foram instruídos a preencher o diário de bordo com informações relativas ao conteúdo, sendo este um instrumento de avaliação (Campos, 2021).

O autor relata, em conclusão:

A escolha da teoria da aprendizagem significativa, assim como a escolha de utilizar uma sequência didática baseada nas UEPS foi bem-sucedida, pois, nos deu a possibilidade de trabalhar os conceitos de física nuclear de forma paulatina e gradual, tendo sido fundamental a aplicação de avaliação processual em detrimento a avaliação acumulativa, mais comuns nos sistemas atuais. Os alunos que participaram dessa aplicação visivelmente se sentiram mais à vontade em explorar os conteúdos e expressarem o que haviam absorvido, sem ter o medo da reprovação ou o nervosismo de uma prova convencional (Campos, 2021, p. 101).

Por outro lado, a dissertação de Frederice (2023) foi apresentada no Programa de Pós-graduação, Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI. Essa pesquisa detém como objetivo o desenvolvimento de aulas teóricas e experimentais, com base na TAS para o ensino de química. A aplicação ocorreu com professores e, posteriormente, foi entregue aos participantes um questionário como instrumento de constituição de dados. Ao final, o autor produziu material didático de baixo custo para o ensino de Radioatividade, contendo um medidor de radiação - contador Geiger-Müller.

Após a formulação do produto e a avaliação por nove professores, esse produto para o ensino de química, com base na TAS, “é totalmente aplicável em sala de aula e tem potencial para uma aprendizagem significativa, sendo que o valor final da avaliação foi de 91,67%, ficando acima do limite estabelecido que era igual ou maior que 60%” (Frederice, 2023, p. 91).

Com os resultados obtidos, Frederice (2023, p. 91) relata sobre a temática da Radioatividade no ensino de química:

O tema Radioatividade sempre causa admiração nos alunos por vários pontos, como ex.: poder de destruição de uma bomba atômica, efeito ionizantes das radiações e suas consequências e pelas mesma não serem percebidas, invisíveis a olho nu. São inúmeras funções como ponto negativo e positivo, e claro, devemos enfatizar sempre o que é bom, que traz vantagem para a sociedade. Fica ainda mais marcante quando se demonstra na prática tal fenômeno, criando um elo entre alunos/professor, deixando as aulas mais atraentes e marcantes.

O resultado da revisão demonstrou o que empiricamente se acreditava no introito da pesquisa: número de trabalhos de UEPS para o ensino de Radioatividade é significativamente baixo, já que foi encontrado apenas dois trabalhos que abordam a temática em pesquisa.

No próximo capítulo, nos atentamos a falar sobre o ensino de química e a Radioatividade bem como começar a descrever o que poderá constar na UEPS a ser construída.

### 3. O ENSINO DE QUÍMICA E A RADIOATIVIDADE

O objetivo deste capítulo é tratar de aspectos particulares da Química e, de modo mais específico, da Radioatividade. Levantaremos acidentes que aconteceram ao longo da história, a fim de justificar que essa temática pode ser contextualizada no ensino de química. Com isso, apresentamos uma minissérie, a Chernobyl, que conta um dos maiores desastres do mundo, o de Chernobyl, em 1986, que, dentre os vários que ocorreram na história, pode contribuir com o ensino de Radioatividade, em nível médio, na construção da UEPS.

#### 3.1 O ENSINO DE QUÍMICA E A RADIOATIVIDADE

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2018), a disciplina Química faz parte da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sendo uma disciplina essencial para a conclusão curricular do chamado Novo Ensino Médio, após a reforma ocorrida em 2017<sup>6</sup>. Dessa forma, é necessário trabalhar o conteúdo científico desta ciência da melhor forma, para que o estudante obtenha o aprendizado esperado e se cumpra o arcabouço legislativo.

As disciplinas escolares, ministradas de maneira monótona e sem interação – o ensino convencional - (Evaristo; Guilherme; Almeida, 2020), propiciam o desinteresse e a desmotivação em relação ao estudo da matéria e das transformações da matéria – desinteresse da Química. De acordo com Pozo e Crespo (2009), a Química, de modo particular, tem abstrações que dificultam muito a aprendizagem e, por consequência, o interesse dos estudantes em aprender essa ciência, de modo particular, o conceito de Radioatividade. Em função disso, é fundamental que os professores de Química desenvolvam formas para o ensino dos mais variados conceitos químicos que contêm a abstração, bem como variar no uso de estratégias de ensino (BRASIL, 2018).

Evidenciamos que a Radioatividade faz parte do conteúdo a ser ensinado aos estudantes durante seu percurso escolar, conforme orienta o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (2021), que coloca as habilidades insculpidas na própria BNCC (BRASIL, 2018) e atrela a um objeto de conhecimento, a Radioatividade, e os conteúdos e para se atingir essa habilidade, isso relatado no

---

<sup>6</sup> Instituída pela Lei Federal 13.415 de 2017, a partir da conversão da medida provisória 746 de 2016.

Quadro Organizador I, na Unidade Temática I (Paraná, 2021). Reproduzimos esse quadro do Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (2021), na fração do interesse desta pesquisa quando mostra sobre Radioatividade, no Quadro 5.

QUADRO 5 - QUADRO ORGANIZADOR I

<b>UNIDADE TEMÁTICA 01</b>		
<b>MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES</b>		
<b>Habilidades da Área de Conhecimento</b>	<b>Objetos de Conhecimento</b>	<b>Sugestões de Conteúdos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.</li> <li>● (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.</li> <li>● (EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais</li> </ul>	Radioatividade	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Elementos químicos radioativos.</li> <li>● Emissões radioativas.</li> <li>● Leis da radioatividade.</li> <li>● Fissão e fusão nuclear.</li> </ul>

Fonte: Paraná (2021, p. 463) – adaptado pelos autores.

Para os estudantes, se faz necessários desenvolver as habilidades supramencionadas no Quadro 5, já que com elas é possível atingir competências que colaboram com a compreensão das diversas relações humanas, sociais, econômicas e científicas que estão presentes em nossa sociedade. Além disso, estas habilidades transcendem a mera assimilação de conhecimento técnico, englobando o desenvolvimento de habilidades críticas, como por exemplo, a capacidade de tomar decisões informadas e a consciência socioambiental.

Os conteúdos relativos à Radioatividade são precursores para o desenvolvimento das habilidades. O conteúdo de emissão radioativa, fissão e fusão nuclear reforça a ideia de se discutir as potencialidades e os riscos de sua aplicação

(EM13CNT103). O conteúdo de leis da Radioatividade se intercala com a habilidade de se posicionar criticamente frente a utilização de material radiativo em áreas ambientais. Já sobre os elementos químicos radioativos se pode imaginar o emprego destes elementos para o bem da sociedade e para o seu crescimento econômico.

Isto é, as habilidades ligadas ao conhecimento sobre radiações e suas aplicações desempenham um papel crucial no aprendizado sobre Radioatividade. Ao compreender as origens das radiações e seus usos, os alunos adquirem a capacidade de adotar práticas seguras em ambientes nos quais a Radioatividade é utilizada, especialmente em contextos médicos. Além disso, a habilidade de avaliar potencialidades e riscos permite uma análise equilibrada dos benefícios das tecnologias relacionadas à Radioatividade, como na medicina nuclear, ao lado dos riscos associados. Isso promove uma tomada de decisões informada e consciente, fundamental em situações que demandam escolhas responsáveis.

Em função disso, é que argumentamos ser imperioso o ensino do conceito de Radioatividade a partir do uso da UEPS, uma vez que pode contribuir para o ensino de química, no sentido de despertar o interesse dos estudantes para o conteúdo químico, bem como abordar as mais variadas problemáticas emergentes desse conteúdo e de possíveis acidentes nucleares. A TAS juntamente com a UEPS podem ser instrumento para corroborar com um novo cenário no ensino de química.

A importância de ensinar e aprender os conceitos de Radioatividade estão no plano de desmitificação do conteúdo e de seu alto grau de abstração. Esses conceitos, assim como outros, são importantes para que os estudantes consigam se posicionar frente as situações presentes fora do âmbito escolar. Os conceitos de Radioatividade em uma UEPS se tornam mais compreensíveis, uma vez que há processos de ensino e aprendizagem bem delineados com aulas previamente prevista ancoradas em uma teoria.

Afinal, a compreensão dos princípios das radiações é essencial na avaliação crítica da geração de energia nuclear, proporcionando aos alunos a capacidade de analisar os benefícios ambientais da energia nuclear e os desafios associados, como a gestão segura de resíduos nucleares. Em última análise, as habilidades listadas no Quadro 5 não só enriquecem o conhecimento científico, como capacitam os alunos a agirem de maneira responsável, segura e informada em situações envolvendo Radioatividade. De igual modo, permitem compreensões acerca das questões sociais, ambientais, culturais, políticas, econômicas, científicas e tecnológicas, em um sentido

de intervir criticamente na sociedade, tomando decisões assertivas acerca dos processos hegemônicos e emergentes que se fazem presentes e que necessitam de debates.

### 3.2 ALGUNS ACIDENTES COM MATERIAIS RADIOATIVOS OCORRIDOS NA HISTÓRIA

No que tange a Radioatividade, testemunhamos ao longo da história alguns acidentes nucleares<sup>7,8,9,10</sup>. Para medir o nível do acidente com materiais radioativos, existe uma escala denominada de Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos (*International Nuclear Event Scale - INES*), que foi elaborada pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). A partir dessa escala, é possível classificarmos o índice de acidente nuclear, que varia de 1 a 7, sendo que os três primeiros níveis são usados para “incidentes”<sup>11</sup>, e os quatro últimos para “acidentes”<sup>12</sup>. Desse modo, neste trabalho nos deteremos aos acidentes nucleares que atingem proporções bem mais devastadoras.

No Quadro 6, sintetizamos alguns dos principais acidentes nucleares e radiológicos que ocorreram ao redor do mundo, nos últimos anos, com o nível de contaminação ocasionado.

QUADRO 6 - ALGUNS ACIDENTE QUE OCORREAM AO LONGO DA HISTÓRIA

Acidente	Ano	Local	Fato gerador e nível
Acidentes de <i>Kyshtym</i>	1957	Mayak Associação de Produção, Ozersk, Rússia	Uma falha no sistema de refrigeração do compartimento de resíduos nucleares causou uma explosão em um tanque com 80 toneladas de material radioativo. É considerado o terceiro pior acidente nuclear, atingindo nível 6.

<sup>7</sup> Mais informações podem ser consultadas no endereço eletrônico, a seguir. Disponível em: <http://educacao.globo.com/artigo/maiores-acidentes-nucleares-da-historia.html>. Acesso em: 10 nov. 2019.

<sup>8</sup> Mais informações podem ser consultadas no endereço eletrônico, a seguir. Disponível em: <https://segredosdomundo.r7.com/chernobyl/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

<sup>9</sup> Mais informações podem ser consultadas no endereço eletrônico, a seguir. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/historia-o-desastre-de-kyshtym-uniao-sovietica.phtml>. Acesso em: 10 nov. 2019.

<sup>10</sup> É importante indicar que existem acidentes que envolvem uma fonte selada que contém material radioativo, bem como de material radiológico, no qual o manuseio incorreto de material radioativo impactou brutalmente na vida de muitas pessoas.

<sup>11</sup> Quando não há a chance de contaminação do meio ambiente ou morte conta da radiação.

<sup>12</sup> Quando existe a chance de contaminação do meio ambiente ou morte conta da radiação.

Acidente de <i>Three Mile Island</i>	1979	Central nuclear de <i>Three Mile Island</i> , Pensilvânia, Estados Unidos da América	Derretimento nuclear parcial da Unidade da central nuclear, nos Estados Unidos. Foi classificado como acidente nível 5.
Acidente nuclear de Chernobyl	1986	Usina Nuclear de Chernobil, Pripyat, Ucrânia	Os operadores infringiram protocolos de segurança, durante um teste de segurança, e o reator ficou sobrecarregado. Apesar das tentativas para desligar totalmente o reator, uma reação em cadeia iniciava em seu interior, não sendo contida, ocasionando a explosão do reator nuclear liberando na atmosfera quantidades enormes de radiação. É considerado o pior acidente nuclear da história, atingindo nível 7.
Acidente radiológico de Goiânia	1987	Ferro velho, Goiânia, Brasil	O acidente teve início depois que dois jovens catadores de papel encontraram e abriram um aparelho contendo o elemento radioativo (Césio-137). A peça foi achada em um prédio abandonado, onde funcionava uma clínica desativada. Foi classificado como acidente nível 5.

Fonte: Os autores (2022).

Esses fatos históricos são alguns dos principais acontecimentos envolvendo materiais radioativos ao redor do mundo e, como podemos perceber, tem um acidente muito significativo com o Césio-137 no Brasil, um ano após o acidente em Chernobyl. Assim, resgatar esses fatos históricos pode ser de grande importância para o ensino de química, tendo em vista a sua magnitude e as trágicas consequências para a população e o meio ambiente, de fato, despertando a atenção e o interesse dos jovens estudantes.

Assim, no próximo item, nos deteremos a descrever o pior acidente nuclear do mundo, a saber, o de Chernobyl, em 1986, a partir de uma minissérie para o ensino de Radioatividade em nível médio.

### 3.3 A MINISSÉRIE CHERNOBYL: INTERSEÇÕES COM A RADIOATIVIDADE

A minissérie intitulada Chernobyl, produzida em parceria pelo canal *Home Box Office (HBO)* e *SKY* (SKY Serviços de Banda Larga Ltda), têm cinco episódios de aproximadamente 60 minutos, que estão disponíveis ao público nas operadoras de televisão por assinatura. Também é possível assinar serviço de *streaming*® diretamente pelas lojas digitais da *Apple Store*®, *Google Play Store*®, independente da

assinatura de televisão a cabo, tanto por dispositivos móveis como por *Apple*® e *Android TV*® e, ainda, pelo *síte* oficial<sup>13</sup>.

Essa minissérie retrata o acidente nuclear ocorrido no dia 26 de abril de 1986 quando, durante uma série de testes de segurança, o reator quatro da Usina Nuclear V. I. Lenin, entrou em colapso e explodiu, atingindo o maior índice na Escala Internacional de Acidentes Nucleares<sup>14</sup>, nível 7. A radiação causada pela explosão espalhou-se pela Europa e América do Norte, com altos níveis identificados nos países mais próximos, como a Polônia, a Áustria, a Suécia, e até os Estados Unidos da América. Além disso, esse acidente nuclear provocou a evacuação da cidade de *Pripyat* - localizada ao norte da Ucrânia, perto da fronteira com a Bielorrússia, tornando-a inabitada até os dias de hoje<sup>15</sup>.

A minissérie embora tenha sido produzida para o entretenimento, tem diversos momentos em que conceitos de Radioatividade tangenciam as cenas e os personagens. À guisa de curiosidade, a própria explosão do reator que só ocorreu por conta da reação em cadeia dos radioisótopos durante a fissão nuclear, o que pode ser utilizada para o ensino de química.

A minissérie *Chernobyl* foi lançada em 2019<sup>16</sup>. Essa minissérie foi bem recebida pelo público e pela crítica especializada dos *sites*<sup>17</sup>: *Rotten Tomatoes* e *Metacritic*. Na classificação no site IMDb<sup>18</sup> recebeu nota de 9,6 sendo que a nota máxima é 10. Para termos uma noção, a minissérie da HBO é a mais bem cotada de todos os tempos, por consequência, obteve sucesso de audiência de 8 milhões de telespectadores superando séries e minisséries já consagradas como *Game Of*

---

<sup>13</sup> Mais informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.hbo.com/chernobyl/>. Acesso em: 22 jun. 2019.

<sup>14</sup> Mais informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale>. Acesso em: 16 nov. 2019.

<sup>15</sup> A região se tornou turística para visitação para pessoas que queiram conhecer. Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://super.abril.com.br/sociedade/a-sala-de-controle-de-chernobyl-esta-aberta-para-visitacao-so-por-5-minutos/>. Acesso em: 30 out. 2020.

<sup>16</sup> O primeiro episódio disponibilizado em 6 de maio de 2019 e o episódio final em 3 de junho de 2019.

<sup>17</sup> São *sites* americanos que reúnem críticas de cinema e da televisão.

<sup>18</sup> Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.imdb.com/title/tt7366338/>. Acesso em: 16 nov. 2019.

*Thrones*<sup>19</sup> e *Sharp Objects*<sup>20</sup> (Dominic, 2019). Somado a isso, na cerimônia do *Emmy* 2019, maior premiação da televisão americana, ganhou o prêmio como melhor minissérie<sup>21</sup> de 2019. Além da premiação *BAFTA TV Awards* como melhor minissérie<sup>22</sup>, o que consagra essa minissérie como uma das melhores de todos os tempos. Esses fatos indicam a relevância da minissérie no cenário audiovisual, sendo, portanto, de interesse do público e, no caso da pesquisa, potencialmente dos estudantes.

Pode-se dizer que, no contexto do ensino de química, especialmente envolvendo a Radioatividade, esta minissérie demonstra-se potencialidades para abordar fatos que ocorreram e que se articulam com o cotidiano da sociedade. Notoriamente, ao articular os episódios da minissérie com os conteúdos curriculares, pode reverberar em entendimentos de mundo, por meio do desenvolvimento da criticidade dos estudantes sobre o contexto científico, tecnológico, econômico, social e ambiental.

---

<sup>19</sup> Situada nos continentes fictícios de Westeros e Essos, a série centra-se no Trono de Ferro dos Sete Reinos e segue um enredo de alianças e conflitos entre as famílias nobres dinásticas, seja competindo para reivindicar o trono ou lutando por sua independência. Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.hbo.com/game-of-thrones>. Acesso em: 15 nov. 2019.

<sup>20</sup> A repórter de crime Camille Preaker, que sofre de alcoolismo e recentemente teve alta de um hospital psiquiátrico após anos de auto-dano, retorna à sua cidade natal, Wind Gap, Missouri, para investigar os assassinatos de duas meninas. Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://www.hbo.com/sharp-objects>. Acesso em: 15 nov. 2019.

<sup>21</sup> Mais informações sobre o Emmy, podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2019/09/22/emmy-2019-veja-os-vencedores.ghtml>. Acesso em: 9 nov. 2019.

<sup>22</sup> Mais informações sobre o *BAFTA TV Awards*, podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <http://www.bafta.org/television/awards/tv-2020/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

## 4. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O objetivo deste capítulo é apresentar a teoria de ensino que será adotada e tratar especialmente das UEPS e dos mapas conceituais. Justifica-se a escolha pela Teoria da Aprendizagem Significativa, tendo em vista a articulação dos novos conhecimentos com os já existentes, visando a construção de um arcabouço de novas aprendizagens.

### 3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi desenvolvida por David Ausubel, e se baseia no princípio de que a aprendizagem ocorre quando o novo conhecimento é relacionado de maneira significativa com o conhecimento prévio do aluno. Ausubel identificou dois tipos de aprendizagem: a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

A aprendizagem mecânica ocorre quando o aluno memoriza informações de forma compreensiva, sem uma conexão significativa com seu conhecimento prévio. Essa aprendizagem tende a ser superficial e de curta duração (Moreira, 2001). A aprendizagem significativa ocorre quando estudante é capaz de estabelecer conexões substanciais entre o novo conhecimento e seu conhecimento existente. Desse modo, o estudante atribui significado ao novo conhecimento, relacionando com conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva (Moreira, 2012).

A promoção da aprendizagem significativa se dá quando há uma valorização do conhecimento prévio do estudante, a fim de modificar esse conhecimento – muitas vezes irregular do ponto de vista científico – para um conhecimento ancorado no cientificismo. Neste ponto, o conhecimento ancorado na ciência, no que concerne à Radioatividade, é crucial, pois o aluno pode ter ideias de que a radiação só faz mal a sociedade – fato que não é verdade.

Ausubel também destacou a importância da estruturação do material de ensino de forma clara e organizada. O organizador prévio só é usado se não há subsunçor disponível, para aumentar a disponibilidade ou para criá-lo. A estruturação do material não obriga o uso de organizador prévio, inclusive as pesquisas sobre organizadores prévios mostram pouco ou quase nenhuma influência deles na aprendizagem significativa (Moreira, 2006).

Um conceito importante dentro da TAS é o subsunçor, que é “o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado por ele descoberto” (Moreira, 2011, p.14). Essa interação se torna a base da TAS, pois os subsunçores adquirem nova conceituação, ficando com maior significado para futuras aprendizagem (Moreira, 2011).

Os subsunçores servem de ancoragem para novos conteúdos que se deseja aprender e podem ser mais ou menos desenvolvidos, a saber da quantidade de interações com novos conceitos para, posteriormente, serem agregados à estrutura cognitiva de forma mais robusta.

Moreira (2011, p 24) apresenta duas condições para Aprendizagem Significativa: “1) o material de aprendizagem significativa deve ser potencialmente significativo; e, 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição a aprender”. Ou seja, o material a ser aprendido deve demonstrar potencial significativo para o aprendiz, implicando que o conteúdo a ser ensinado deve estabelecer interações não arbitrárias e não literais (substantivas) com os conceitos subsunçores específicos relacionados ao novo material. A segunda condição requer que o aprendiz expresse disposição para estabelecer relações substantivas e não arbitrárias entre o novo material e a sua estrutura cognitiva. Consoante a teoria ausubeliana, a ausência de satisfação, de qualquer uma dessas condições, resultará em uma aprendizagem de natureza mecânica.

O material em si não é significativo (Moreira, 2011), uma vez que são as pessoas que atribuem significado. Assim, os estudantes atribuem significado a partir do conteúdo a ser ensinado no âmbito escolar e o material se torna o meio e não o fim da aprendizagem significativa.

O estudante tem que estar predisposto a aprender, entretanto, isso não quer dizer ter sentimentos de “gostar” do que está sendo aprendido, mas quer dizer colocar o conhecimento prévio para interagir com o novo conhecimento. Porém, pode acontecer de o estudante não ter esse conhecimento prévio, então o material a ser apresentado deve propiciar tal condição (Moreira, 2011).

No caso da temática de Radioatividade, pode acontecer de o estudante não ter se deparado com essa temática em sua trajetória acadêmica e pessoal por diversas questões, tais como lugar de residência, abstração do conceito, cabendo ao material esta exposição, como propomos na UEPS desenvolvida com os trechos da

minissérie. Isto é, motivar o estudante para que ele se torne um aluno ativo e uma ação que pode ocorrer por meio do despertar do interesse pela temática, fazendo com que a aprendizagem mecânica não prospere, já que o próprio estudante está verificando o material e atribuindo a esse material significado para a aprendizagem.

É importante destacar, ainda, dois princípios do processo de aprendizagem: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Na TAS, a mudança progressiva resulta na elaboração e diferenciação do conhecimento prévio, permitindo que ele se torne uma base para a aquisição de novos conhecimentos. Esse processo de desenvolvimento gradual e aprofundamento dos conceitos é conhecido como diferenciação progressiva, pois os conceitos existentes se interagem com novos conteúdos, desempenhando um papel fundamental na recepção de novos significados que, por sua vez, também sofrem modificação (Moreira, 2010).

Os conceitos existentes, que são estáveis e possuem certo grau de diferenciação, são conectados a outros conceitos, provocando, na recepção de novos significados, uma reorganização da estrutura cognitiva como um todo. Esse processo de reorganização dos conceitos é denominado reconciliação integrativa, o que contribui para uma aprendizagem mais significativa, na qual os conhecimentos são relacionados e articulados, formando uma estrutura cognitiva mais complexa e coerente (Moreira, 2010).

Quanto à avaliação da Aprendizagem Significativa, não se pode procurar a correção de provas e atividades propostas de forma dualista, pois:

(...) a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorre ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele externalize os significados que está captando, que explique, justifique suas respostas. Sem dúvida, é bastante difícil a avaliação da aprendizagem significativa. Principalmente porque implica uma nova postura frente à avaliação. É muito mais simples a avaliação do tipo certo ou errado, mas o resultado é, em grande parte, aprendizagem mecânica (Moreira, 2011, p. 52).

Na avaliação da Aprendizagem Significativa todo o processo é importante e não só um momento, como ocorre no ensino com aplicação de provas memorísticas, em que é verificado apenas se determinada questão está certa ou errada. Os indícios de aprendizagem são verificados no processo de ensino. Para a avaliação, várias

estratégias podem ser verificadas, por exemplo: atividades práticas, de exemplos do mundo real, discussões em grupo, vídeos, questionários, mapas conceituais.

A avaliação formal é tão importante quanto a processual, e é nela que vemos, tradicionalmente, a transferência de conhecimento. Por este fato, uma das diferentes formas de avaliação proposta é o mapa conceitual, pois se o mapa não trouxer indícios de aprendizagem significativa do conceito, pode-se dizer que:

Tal fato, antes de ser entendido como não aprendizagem, deve ser interpretado como inerente ao caráter processual da mesma e, sobretudo, considerando o continuum entre aprendizagem mecânica e significativa, que este grupo de alunos ainda está em uma posição mais próxima da aprendizagem mecânica (Lemos; Moreira, 2011, p. 25).

O modo de avaliação nos mostra que, a despeito de o ensino ter privilegiado o caráter processual, como a TAS prega, os estudantes se voltam ao caráter formalista. A TAS é extensa e complexa com inúmeros conceitos, no entanto, o objetivo deste item é apresentar aspectos mais relevantes, para que o leitor possa se familiarizar com a teoria.

### 3.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) é uma abordagem de ensino que se baseia na TAS, sendo a UEPS concebida pelo professor Marco Antônio Moreira, no intento de ajudar os estudantes a relacionar novos conhecimentos a conceitos ou informações já existentes em sua estrutura cognitiva, ou seja, a aplicabilidade da TAS (Moreira, 2011).

A UEPS tem como pressuposto filosófico de que só se tem ensino quando há aprendizagem de forma significativa, e ela potencializa esse ensino porque é uma facilitadora da aprendizagem significativa. Para isso, há aspectos sequenciais para que seja construída e pode ser utilizada em diversas áreas. Moreira (2011) apresenta a UEPS para as disciplinas de física, biologia e química como proposta investigativa.

O conteúdo da UEPS é apresentado de maneira clara, levando em conta as experiências, os conhecimentos prévios e os contextos relevantes dos alunos (Moreira, 2012). Assim, Moreira (2011) propõe que a UEPS deve ter oito etapas, a saber:

- 1) Definir o tópico específico do conteúdo a ser estudado, levando em conta o contexto a qual se insere;

2) Criar ou propor situações-problema para saber os conhecimentos prévios dos alunos, dentro do contexto da matéria de ensino;

3) Propor alguma situação-problema em um grau introdutório, com base nos conhecimentos prévios dos alunos;

4) Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, com base na diferenciação progressiva - conceitos mais gerais e abrangentes para, então, ir para os conceitos mais específicos e isolados;

5) Regressar aos aspectos mais gerais já apresentados, mas em maior nível de complexidade em relação à exposição anterior. Deve-se expor em nível crescente de dificuldade em termos de conteúdo científico;

6) Buscar a reconciliação integradora, ou seja, uma retomada de maneira a integrar o corpo de conhecimento e, após esta terceira retomada, novas situações-problema em maior nível de complexidade;

7) A avaliação deve ser feita ao longo da aplicação da UEPS, registrando tudo que possa ser/ter indício de evolução conceitual. O professor deve avaliar igualmente o desempenho nas tarefas realizadas coletivamente, como em anotações e na avaliação somativa.

8) Buscar indícios de aprendizagem significativa, de compreensão, de captação de significados. A UEPS será considerada com êxito se apresentar estes indícios de aprendizagem significativa.

Essas etapas são fundamentais para a aplicabilidade da UEPS e, conseqüentemente, dos princípios que norteiam a TAS. Dando seguimento ao presente capítulo, a seguir, consta uma discussão dos Mapas Conceituais, reforçando a sua articulação com a TAS e as UEPS.

### 3.3 MAPAS CONCEITUAIS

Os Mapas Conceituais foram propostos por Joseph Novak (Novak; Cañas, 2010), a partir da TAS. Moreira (2011, p. 123) diz que os Mapas Conceituais “são diagramas de significado, de relações significativa de hierarquias conceituais”, ou seja, relaciona conceitos juntamente com o termo de ligação para formar uma proposição, a fim de facilitar a compreensão do relacionamento entre os conceitos e a visualização da estrutura geral do tópico em estudo.

O ponto-chave da estrutura do mapa é a reflexão da estrutura cognitiva do sujeito no momento da elaboração (Moreira, 2011). Esse ponto permite dizer como o sujeito pensa e aprende dentro de uma determinada temática; sem este ponto-chave, o que se tem é um diagrama genérico que não, necessariamente, serviria para avaliação do processo de aprendizagem significativa.

Moreira (2006) estabelece que há alguma hierárquica entre os conceitos, a depender da estrutura cognitiva do sujeito. É possível que os conceitos gerais apareçam no meio e os mais específicos na redondeza, como um mapa radial, ou ainda, da esquerda para direita, ou seja, várias formas são possíveis. Os estudantes ao representar o seu mapa conceitual deixam evidente a hierarquia que apresenta sobre determinado conceito científico.

Os Mapas Conceituais utilizados no âmbito educacional “são poderosa ferramenta, de compreensão relativamente fácil por parte dos alunos, que pode auxiliar muito na constatação de indícios de aprendizagem significativa” (Maciel, 2016, p. 35). Esses mapas podem ser usados como instrumento de avaliação (Moreira, 2011) para vislumbrar como o estudante compreende determinado conceito científico.

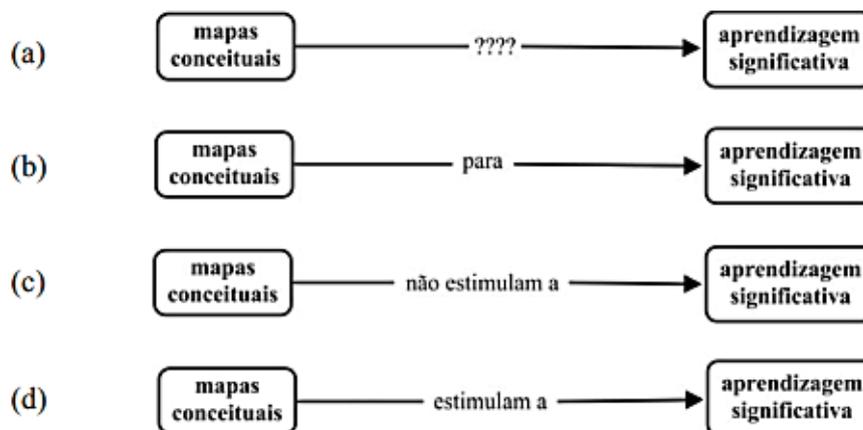
Há dois tipos de proposições em mapas conceituais, aquelas que as Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHS) se aplicam que são com estrutura de leitura e as que usam substantivos/verbos como termo de ligação em que se privilegia a leitura nos dois sentidos entre os conceitos.

### 3.4 ESTRUTURAS HIERÁRQUICAS INAPROPRIADAS OU LIMITADAS

Do inglês *Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies*, em português, Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHS), está intrincada na TAS e trabalha o erro para se verificar a Aprendizagem Significativa (Cicuto; Correia, 2013). A análise LIPHS se baseia na clareza semântica do termo de ligação para observar se aquele mapeador tem conhecimento da temática do mapa conceitual desenvolvido. Isso porque os mapas se baseiam na premissa de que refletem a estrutura cognitiva, portanto, um erro no mapa indica falta de entendimento do mapeador.

Na Figura 2, a seguir, os autores Cicuto e Correia (2013) apresentam como é feita a análise (LIPHS), a partir de exemplo, em que classificam cada uma das proposições, a saber: (a) não é uma proposição; (b) proposição limitada; (c) proposição inapropriada; e (d) proposição apropriada.

FIGURA 1 - EXEMPLOS DE PREPOSIÇÕES



Fonte: Cicuto e Correia (2013, p. 6).

Cicuto e Correia (2013) afirmam que: (a) não é uma proposição; (b) é uma proposição; (c) é conceitualmente incorreta; (d) é conceitualmente incorreta. Essas análises se devem pelo fato de (a) não ter o verbo de ligação, (b) não há clareza na preposição, (c) e (d) há mudança no termo de ligação que faz com que o sentido seja diferente.

- Não é uma preposição quando não apresenta termo de ligação, como por ser visto na Figura 1, em que não há termo de ligação entre os conceitos.
- É uma preposição limitada quando apresenta termo de ligação, mas não há clareza semântica, como por ser visto na Figura 1, “mapas conceituais para a aprendizagem significativa”, não há uma ligação lógica entre os termos.
- É uma preposição inapropriada quando conceitualmente está errada, como por ser visto na Figura 1, “mapas conceituais não estimulam a aprendizagem significativa”; conforme a TAS estimulam a aprendizagem significativa.
- É uma preposição apropriada quando está conceitualmente correta e tem verbo de ligação, como por ser visto na Figura 1, “mapas conceituais estimulam a aprendizagem significativa”; conforme a teoria da TAS é uma verdade teórica.

No próximo capítulo, mostramos a metodologia empregada na presente pesquisa.

## 5. METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia de pesquisa empregada nesta investigação, baseando-se em uma abordagem qualitativa. Serão apresentados também o problema e os objetivos de pesquisa, em seguida, a apresentação dos sujeitos e local da pesquisa, do instrumento de constituição de dados e do formato para análise dos dados. O projeto foi aprovado no Comitê de Ética de Pesquisa (CEP) da UFPR sob o número de processo do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): 66148322.2.0000.0214 e parecer final sob nº 5.898.937.

### 4.1 NATUREZA E A CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Essa pesquisa é de abordagem qualitativa que, segundo Gerhardt e Silveira (2009), podem ser classificadas como investigações em que o objeto primordial é a compreensão do grupo que está se analisando, e não com a representatividade numérica. A pesquisa qualitativa implica que o pesquisador não é somente aquele que analisa dadas situações equidistantes de sua realidade para construir dados e sistematizá-los na escrita de artigos e teses, ao contrário, é o objeto desta pesquisa se inserindo nela e pesquisando a sua própria *práxis* (Gerhardt; Silveira, 2009).

### 4.2 OS SUJEITOS E O LOCAL DA PESQUISA

A população é composta por estudantes do Novo Ensino Médio, do primeiro ano, de um colégio público do estado do Paraná. A partir dos primeiros levantamentos com a consulta direta nos sítios *web* da Secretaria de Estado da Educação do Paraná, do Colégio Estadual Bento Munhoz da Rocha e, considerando os três primeiros anos do Novo Ensino Médio, obteve-se um universo amostral de 103 estudantes. No entanto, não há garantia de que tais informações estejam atualizadas, haja vista a evasão escolar. Podemos fazer a caracterização dessa população que são de adolescentes do sexo biológico masculino e feminino, e com faixa etária variando entre 15 e 18 anos. A escola foi escolhida por conveniência, pois o subscritor da pesquisa foi parte do corpo docente, e pôde perceber que uma pesquisa inserida no âmbito do colégio, poderia contribuir positivamente com a comunidade escolar.

Aos sujeitos e responsáveis foram apresentados para ciência e assinatura o - APÊNDICE 1 – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) – APÊNDICE 2 – e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), documentos que explicitam os riscos e benefícios da pesquisa, assim como a garantia ética de anonimato nos resultados da pesquisa. A pesquisa foi realizada por meio da aplicação da Unidades de Ensino Potencialmente Significativas; logo, por se tratar de aplicação da UEPS no ambiente escolar, não é necessário o deslocamento dos participantes, apenas do pesquisador.

#### 4.3 A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Mostramos a UEPS proposta:

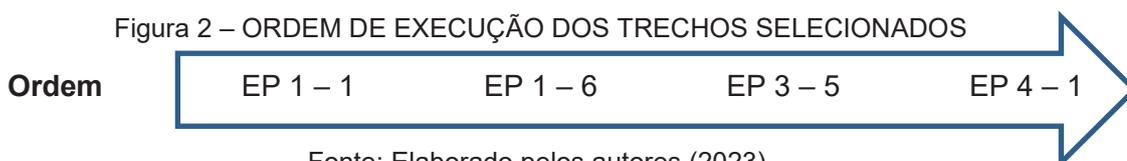
##### PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR RADIOATIVIDADE

**Contexto:** Essa unidade foi planejada para ser aplicada no ensino médio regular de Química, com duração de 9 horas-aulas de 50 minutos cada.

**Objetivo:** Ensinar o conceito de Radioatividade.

**Situação inicial:** Mostra de vídeos da minissérie Chernobyl sobre Radioatividade. Exibição para os estudantes de todos os trechos<sup>23</sup> selecionados da minissérie, contidos na Figura 1, de maneira que o professor possa comentar brevemente sobre cada trecho para os estudantes saberem no que devem se atentar durante a exibição. Duração 15 minutos.

Figura 2 – ORDEM DE EXECUÇÃO DOS TRECHOS SELECIONADOS



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os referidos trechos podem ser vistos no Quadro 7.

QUADRO 7 - TRECHO DAS CENAS SELECIONADAS

Referência	Tempo da cena	Descrição	Conteúdo possível de ser abordado
------------	---------------	-----------	-----------------------------------

<sup>23</sup> Os trechos podem ser acessados para reprodução aos estudantes no *OneDrive*®. Disponível em: <https://1drv.ms/u/s!AgzzhBDOXkZYh2aBKNzMIDlw6gkb?e=ajjYgc>.

EP 1 – 1	00:06:53 - 00:10:40	Momento da explosão do reator.	Emissões radioativas, séries radioativas e fissão nuclear.
EP 1 – 6	00:43:45 - 00:45:21	Um dos engenheiros relata a medição da radiação com dois modelos de contadores.	Deteção de radiação.
EP 3 – 5	00:57:06 - 01:00:00	Lyudmilla participa do sepultamento atípico de seu marido.	Emissões radioativas e poder de penetração.
EP 4 – 1	00:09:00 - 00:11:05	O chefe dos liquidadores recebe instrução para retirada do grafite.	Emissões radioativas, poder de penetração e deteção de radiação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

### Situações-problemas iniciais:

- As situações relatadas em todos os trechos (EP 1 – 1; EP 1 – 6; EP 3 – 5; EP 4 – 1) apresentados são emissões radioativas?
- Como medir as emissões radioativas do trecho (EP 1 – 6) e o que os valores representam?
- O que caracteriza as partículas Alfa ( $\alpha$ ) e Beta ( $\beta$ ) e as emissões Gama ( $\gamma$ )?

Todas as questões são discutidas com a turma, sob mediação do professor, com intenção de ouvir os estudantes sobre a temática, que escrevem as suas respostas para entregar ao professor. Duração 35 minutos.

**Aprofundamento do conhecimento:** Os estudantes pesquisam, com o uso de computadores da escola ou por aparelhos pessoais, sobre os conteúdos abordados na UEPS (seriam as mesmas perguntas da aula anterior) para que tenham subsídio para o novo conhecimento. O professor auxilia os grupos, somado a essa pesquisa, a disponibilização de sugestões de leituras<sup>24,25,26</sup> para que possam compreender os conceitos químicos em torno da radioatividade. Duração 1 hora-aula.

<sup>24</sup>Modelo atómico de Rutherford. Disponível em: [https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol\\_2\\_num\\_2\\_76\\_art\\_modeloAtomicoRutherford.pdf](https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_2_num_2_76_art_modeloAtomicoRutherford.pdf).

<sup>25</sup>Como becquerel não descobriu a Radioatividade. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10061/14903>.

<sup>26</sup>Marcos da história da Radioatividade Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000100019&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000100019&script=sci_abstract&tlng=pt).

**Nova situação-problema:** Os conceitos são novamente apresentados com vídeos da minissérie. O professor apresenta os trechos<sup>27</sup> indicados no Quadro 8.

QUADRO 8 - TRECHO SELECIONADO PARA EXIBIÇÃO

Coluna	Encaminhamento pós-trecho inicial
A. EP 1 – 4	- O porquê do lodo? - O porquê do gosto de metal na boca?
B. EP 1 – 3 B. EP 1 – 5	- O que acontecerá com o bombeiro?
C. EP 2 – 1.1	- O que é identificado na análise?
D. EP 2 – 3.1	- Como o reator nuclear funciona?
E. EP 3 – 2.1	- Quando os efeitos do acidente passarão?

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Após a exibição dos trechos problematizadores do Quadro 8, os estudantes registram as suas considerações em uma folha e entregam ao professor. Posteriormente, é feita uma introdução de como são produzidos os mapas conceituais, mostrando alguns exemplos. Duração 2 horas-aula.

**As situações-problema apresentadas num maior grau de complexidade:**

Os conceitos são novamente apresentados com vídeos da minissérie, num grau de complexidade maior, que exige o conhecimento dos conceitos em torno da Radiatividade. O professor apresenta os trechos<sup>28</sup> indicados no Quadro 10.

QUADRO 9 - TRECHO SELECIONADO PARA EXIBIÇÃO

Coluna	Trecho
A. EP 2 – 5	- Glândula da tireoide fica sobrecarregado de lodo não absorvendo o lodo Radioativo
B. EP 2 – 2 B. EP 3 – 3 B. EP 3 – 4	- Por conta dos efeitos biológicos da radiação nas células e no DNA, morre de uma forma dolorida
C. EP 2 – 1.2	- Resíduo de Urânio-235 combustível do reator
D. EP 2 – 3.2	- A explicação da fusão nuclear
E. EP 3 – 2.2	- Tempo de Meia vida

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

<sup>27</sup> Os trechos complementares podem ser acessados para reprodução aos estudantes no *OneDrive*®. Disponível em: [https://1drv.ms/u/s!AgzzhBDOXkZYh2matv\\_z9v7Tw88I?e=9MJJP4I](https://1drv.ms/u/s!AgzzhBDOXkZYh2matv_z9v7Tw88I?e=9MJJP4I).

<sup>28</sup> Os trechos complementares podem ser acessados para reprodução aos estudantes no *OneDrive*®. Disponível em: [https://1drv.ms/u/s!AgzzhBDOXkZYh2matv\\_z9v7Tw88I?e=9MJJP4I](https://1drv.ms/u/s!AgzzhBDOXkZYh2matv_z9v7Tw88I?e=9MJJP4I).

Logo após, os estudantes construíram os mapas conceituais. Os mapas realizados pelos alunos deverão ser encaminhados para o e-mail dos pesquisadores. Duração 3 horas-aulas.

**Aula Final:** Com todos os conceitos já apresentados, é explanado sobre exemplos históricos que envolvem o conceito de radioatividade, narrados no Quadro 6 desta dissertação. Duração 1 hora-aula.

**Avaliação da aprendizagem na UEPS:** As evidências de aprendizagem dos conceitos em torno da Radioatividade dar-se-á por meio das respostas dos estudantes entregues na etapa 2, 4, bem como a partir dos mapas conceituais construídos e a aplicabilidade dos conceitos químicos em torno da radioatividade nos fatos históricos da radioatividade. Duração 25 minutos

**Avaliação da UEPS:** A UEPS apresenta evidências de aprendizagem significativa, ou não, no decorrer das atividades propostas, a saber: etapas 2, 4, os mapas conceituais construídos e a aplicabilidade dos conceitos químicos em torno da radioatividade nos fatos históricos da radioatividade. Duração 25 minutos.

#### 4.4 O INSTRUMENTO DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS

O instrumento de constituição de dados consiste em: observação participante, registrada em diário de bordo, atividades entregues na etapa 2, 4 da UEPS, os mapas conceituais construídos e a aplicabilidade dos conceitos químicos em torno da radioatividade nos fatos históricos da radioatividade. Além disso, um tempo depois da aplicação da UEPS, aplicou-se um problema, a fim de averiguar os caminhos de respostas elencados pelos alunos.

Quanto aos mapas conceituais produzidos pelos estudantes durante a aplicação da UEPS, se destaca que serão feitos de forma colaborativa, a fim de haver, além de interação e cooperação, a construção e a retomada de conceitos de forma coletiva. Todos os dados gerados serão preservados e armazenados no *Onedrive*<sup>®</sup> (repositório de armazenamento oferecido pela Universidade Federal do Paraná aos seus pesquisadores) para posterior análise.

## 4.5 ANÁLISES DOS DADOS

Para interpretação dos dados no diário de bordo, advindos da observação participante, optamos pelo método indutivo-constutivo, para identificar padrões de comportamento e pensamento entre os participantes. De acordo com Gil (2008), a generalização não deve ser feita imediatamente, mas após a análise de casos concretos que sejam representativos da realidade. Para tornar a observação menos subjetiva, foram incluídos elementos construtivos ao longo do processo de investigação. Conforme Marconi e Lakatos (2010), ao escolher essa abordagem, é fundamental considerar a observação dos fenômenos, a identificação das relações entre eles e a subsequente generalização dessas relações, para entender os padrões de comportamento e pensamento.

Para a análise dos mapas conceituais produzidos pelos estudantes na UEPS, optamos em utilizar as Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPHS). Com auxílio do recurso de extração<sup>29</sup> de informações dos mapas conceituais em que planifica – em tabela – as informações da preposição (o conceito, o termo de ligação e o outro conceito) vamos submeter os mapas produzidos pelos estudantes a essa ferramenta. A ferramenta de extração foi desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa Mapas Conceituais<sup>30</sup>, coordenado pelo professor Paulo Correia da Universidade de São Paulo, a fim de identificar parâmetros estruturais dos mapas desenvolvidos.

As atividades das etapas 2 e 4 da UEPS, juntamente com a aplicabilidade dos conceitos químicos em torno da radioatividade nos fatos históricos da radioatividade, são submetidos a análise com base no que diz a TAS e a própria UEPS, para verificar se estão presentes indícios de aprendizagem significativa.

Desse modo, no próximo capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir das análises.

---

<sup>29</sup> O Recurso pode ser acessado em <https://mapasconceituais.com.br/certificacao/analise-de-mapas/>

<sup>30</sup> Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://mapasconceituais.com.br/>. Acesso em: 22 jun. 2023.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÕES: FORJANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE RADIOATIVIDADE A PARTIR DA UEPS**

Neste capítulo, apresenta-se os dados e as avaliações após aplicação da UEPS, sendo inicialmente mostrado os resultados de cada aula referente a aplicação da UEPS, após as LIPHS nos mapas conceituais dos estudantes e, pôr fim, a resolução de problemas.

### **6.1 INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A INTERPRETAÇÃO INDUTIVA-CONSTRUTIVA NA APLICAÇÃO DA UEPS**

Rememorando, a UEPS para o ensino de Radioatividade no ensino médio foi aplicada por este autor para uma turma do primeiro ano do ensino médio, com 33 alunos regularmente matriculados em uma escola pública da rede estadual de ensino do Paraná, situado na capital do Estado.

Na primeira aula da UEPS, realizou-se a apresentação aos estudantes da situação inicial, bem como as situações-problemas iniciais com a formulação de três perguntas, inerentes aos trechos da minissérie reproduzida em sala, e anotações destas primeiras ideias quanto ao tema.

Nesta etapa o que podemos observar, de partida, foi o interesse dos estudantes para assistir os trechos da minissérie. Quando os estudantes foram indagados se conheciam a minissérie, a resposta foi negativa, sendo essa resposta surpreendente, haja vista que a minissérie se tornou muito famosa e ganhou prêmios. O fato de não conhecerem pode se dar por essa produção do entretenimento não estar na lista de produções assistidas, costumeiramente, pelos estudantes ou, ainda, por ser reproduzida em um canal de televisão por assinatura.

Acredita-se que esta abordagem seja importante, pois estimula o aluno a explorar algo novo, e o subsunçor é construído com base em informações coerentes com sua experiência neste processo. Essa abordagem mais refinada e direcionada facilita a construção e, posteriormente, o amadurecimento desse subsunçor. Isso é fundamental, visto que, teoricamente, a ação do professor guiará o aluno em direção à aprendizagem significativa, ao contrário de uma situação hipotética na qual o aluno

possua conhecimentos incorretos sobre o assunto. Nesse caso, talvez, seria necessário que a ação docente envolvesse a reestruturação e a modificação do subunçor, a fim de torná-lo congruente com os objetivos de desenvolvimento pretendidos. Pensando nesse contexto, Nóvoa (1992) explicita que o professor tem papel fundamental no contexto do ensino e da aprendizagem dos alunos, especialmente ao dinamizar, contextualizar, problematizar e instigar o pensamento crítico dos estudantes, visando diálogo e participação conjunta da turma.

Os trechos da minissérie foram exibidos na sala de aula com o recurso disponível na própria sala chamado “Educatron”, como observado na Figura 3. O recurso consiste em uma televisão/computador com acesso à *internet* e local para colocar *pen drive*.

FIGURA 3 - AUTOR MANUSEANDO O EDUCATRON



Fonte: Professora da turma (2023).

Durante a exibição dos trechos (Figura 4), foi possível perceber que o fato de se romper com a rotina cotidiana de sala de aula, ou seja, o ensino convencional, fez com que os estudantes se atentassem aos trechos, inicialmente sem observar conhecimentos químicos, porém, observando que naqueles trechos há componentes que precisam de conhecimento científico para serem melhor compreendidos pelo telespectador.

FIGURA 4 - EDUCATRON EM USO

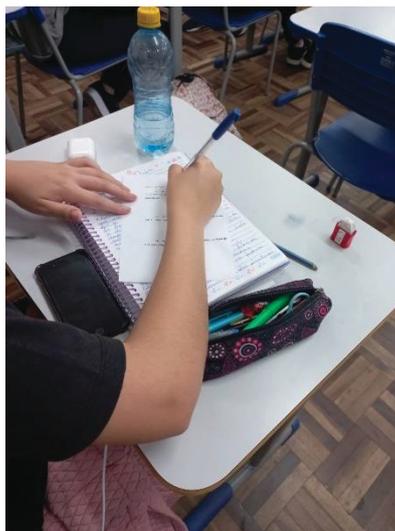


Fonte: Professora da turma (2023).

As produções do entretenimento são feitas com intuito comercial, mas para compreensão, de maneira mais coesa, é necessário entender conceitos que gravitam entorno daquela produção. Podemos citar, por exemplo, a produção da plataforma de *streaming Netflix "The Crown"* - que relata a história da monarquia britânica – onde, para compreender, se torna necessário saber conceitos históricos do absolutismo real e da tradição da coroa; assim é com a minissérie que trata sobre a Radioatividade prevista na UEPS, tornando-se impetuoso conhecer sobre emissões radioativas, decaimento radioativos, fusão nuclear e tempo de meia-vida, já que sem os conceitos a minissérie se torna para o espectador um mero espetáculo do entretenimento para fins comerciais.

As perguntas iniciais foram entregues aos estudantes para serem respondidas, como pode ser visto na Figura 5.

FIGURA 5 – ESTUDANTES RESPONDENDO AS QUESTÕES INICIAIS



Fonte: Professora da turma (2023).

Foram devolvidas pelos estudantes 29 folhas com os questionamentos iniciais, sendo algumas delas totalmente em branco (5 folhas,  $n = 17,24\%$ ), respondidas parcialmente (16 folhas,  $n = 55,17\%$ ) e preenchidas totalmente (8 folhas,  $n = 27,59\%$ ). Destas perguntas foram extraídas as seguintes respostas, transcritas da mesma forma que os estudantes escreveram:

Na primeira pergunta, “As situações relatadas em todos os trechos (EP 1 – 1; EP 1 – 6; EP 3 – 5; EP 4 – 1) apresentados são emissões radioativas?”, pode-se observar as seguintes respostas, conforme consta no Quadro 10, a seguir.

QUADRO 10 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES - PRIMEIRA PERGUNTA

<b>Número de respostas</b>	<b>Respostas</b>
15	“sim”
1	“acho que sim”
1	“sim desde do primeiro episodio”
1	“sim e são emições raiietivas”
2	“sim, pelo que entendi são emissões radioativas”
1	“sim, pois falam sobre explosão”
1	“Núcleo esplopio”
7	Não houve resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nesta pergunta, as respostas indicam que os estudantes acreditam que seja partículas/emissões radioativas, porém não conseguiram descrever o porquê são emissões, dado as respostas curtas e generalistas.

Na segunda pergunta, “Como medir as emissões radioativas do trecho (EP 1 – 6) e o que os valores representam?”, tem-se as seguintes respostas dos alunos, conforme o Quadro 11.

QUADRO 11 RESPOSTA DOS ESTUDANTES - SEGUNDA PERGUNTA

Número de respostas	Respostas
1	“relatado”
1	“com um radiador, valores muito alto”
1	“pelo que eu não tenho como medir a radioatividade”
1	“alfa, beta, gama”
3	“radiômetro”
4	“não sei”
18	Não houve resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nessa questão, o que foi percebido é que os estudantes não conseguiram compreender como é feito a medição destas partículas/emissões citando, por exemplo, “radiômetro”, sendo que nos trechos apresenta o nome correto do equipamento de medição.

Na terceira pergunta, “O que caracteriza as partículas Alfa ( $\alpha$ ) e Beta ( $\beta$ ) e as emissões Gama ( $\gamma$ )?”, as respostas dos alunos encontram-se no Quadro 12, a seguir.

QUADRO 12 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES – TERCEIRA PERGUNTA

Número de respostas	Respostas
2	“radiativo emite radiação alfa ou beta e a radiação gama esta presente”
4	“um núcleo radioativo emite radiação alfa ou beta, é a radiação gama está sempre presente”
1	“(gama) eletromag”
1	“seu nível de radiação”
4	“alfa, beta, gama”
1	“As partículas alfa são muito reativas e podem ser emitidas por elementos, como: hélio +4 e radônio - 222
1	“Possui carga positiva, constituída por 2 protons”
1	“casa um tem um certo (inteligível) de penetração
2	“não sei”
12	Não houve resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nesta pergunta, percebemos que os estudantes compreendem que as partículas/emissões são da natureza do átomo, porém as respostas são muito incipientes ainda, sem grau de profundidade de conceitos químicos. Entretanto,

observamos que algumas respostas houve tentativa de construção, em termos químicos, como podemos verificar na escrita de alguns estudantes que compreendem a instabilidade do núcleo do átomo e a consequente emissão das partículas.

À guisa de curiosidade, evidencia-se em algumas escritas: “radiativo emite radiação alfa ou beta e a radiação gama esta presente”; “um núcleo radioativo emite radiação alfa ou beta, é a radiação gama está sempre presente”; “As partículas alfa são muito reativas e podem ser emitidas por elementos, como: hélio +4 e radônio – 222”; “Possui carga positiva, constituída por 2 prótons”. Aqui, percebemos articulações de diferentes conhecimentos e ideia que os estudantes podem possuir em torno da Radioatividade, ainda que de maneira primária.

Destas respostas, considerando o exposto nas três perguntas, é possível verificar que os alunos não conhecem a temática da Radioatividade com verticalidade, apenas tangenciando a temática. Isso é previsto nesta primeira etapa, onde se tenta aferir quais subsunçores os estudantes possuem para poderem construir novos subsunçores e a ancoragem de novos conhecimentos. Na segunda aula, esse primeiro levantamento servirá para direcionar os estudos da temática e propiciar aos alunos o aprimoramento ou a construção dos subsunçores.

Em se tratando da segunda aula da UEPS, fez-se o aprofundamento do conhecimento em termos químicos com base nos trechos emergentes na primeira aula. Os estudantes pesquisaram sobre os conceitos de Radioatividade nos diferentes meios, como na *internet*, no livro didático e em artigos fornecidos. Nesta etapa, foi observado que os estudantes fizeram pesquisas superficiais, ignorando os livros didáticos e os artigos que direcionavam para os conceitos químicos, focando apenas na pesquisa na *internet*, anotando apenas as informações encontradas no *site* de busca, especialmente do primeiro *site*, mesmo o autor desta pesquisa instigando os alunos a pesquisarem sobre as partículas radioativas, para entenderem os motivos da explosão nuclear e o porquê de o bombeiro ser sepultado em caixão de chumbo.

Nesse sentido, a atitude e o comportamento dos alunos na segunda aula, revelam uma abordagem superficial e desafiadora. Eles se limitaram a fontes de internet de fácil acesso, desconsiderando a complexidade do tema e o aprofundamento da pesquisa para aprender. Essa abordagem superficial compromete a conquista de uma compreensão genuína da radioatividade, que demanda um mergulho mais profundo em seus conceitos. Além disso, a negligência de fontes

confiáveis, como os livros didáticos e os artigos especializados, prejudica a construção de uma base sólida para a aprendizagem ocorrer de forma significativa.

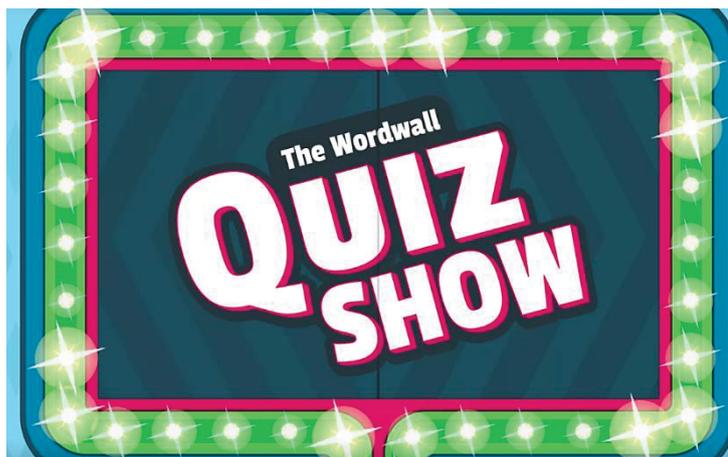
Afinal, informações bem fundamentadas são essenciais para uma compreensão sólida e significativa da radioatividade. Logo, a falta de motivação intrínseca dos alunos é uma barreira a ser vencida, visto que ela surge no momento da realização de atividades e não em relação a UEPS. Mesmo com estímulos por parte do autor da pesquisa, os alunos não demonstram interesse pelo tópico, o que precisa ser modificado, visto que a motivação intrínseca desempenha um papel vital na aprendizagem significativa, e sua ausência dificulta a obtenção de uma compreensão aprofundada e duradoura sobre a radioatividade.

Portanto, para contornar essa situação, na aula buscou-se retomar esse ponto, para que os estudantes conseguissem entender os motivos científicos. Para tanto, utilizamos um jogo feito na plataforma *wordwall*, o qual, inicialmente, não estava presente no planejamento da UEPS.

Na terceira aula da UEPS, ao invés de apresentar as novas situações-problemas, conforme previsto inicialmente, foi necessária uma readequação com a aplicação de um jogo, a fim de superar o quadro superficial de pesquisa dos conceitos científicos realizadas pelos alunos na aula anterior, e poder propiciar um ambiente para que compreendessem os conceitos científicos em torno da minissérie.

A aplicação do jogo foi com a plataforma *wordwall*<sup>®</sup> no estilo “show do milhão” (Figura 6), com dez perguntas, as quais foram respondidas pelos estudantes após o professor fornecer o QRCode<sup>®</sup> e o *link* de acesso ao jogo. Essas perguntas tinham tempo para serem respondidas e, caso fossem respondidas mais rapidamente, havia o acréscimo de bônus.

FIGURA 6 - TELA DE INÍCIO DO JOGO



Fonte: *Wordwall* (2023).

As perguntas formuladas foram:

1. Por que o chumbo é utilizado em muitos equipamentos de proteção contra a radiação?
2. O que acontece com o núcleo atômico quando emite partículas alfa e beta ou as emissões gama?
3. O poder de penetração na matéria das partículas alfa e beta e das emissões gama é:
4. Cite um exemplo que podem ocorrer quando uma pessoa está exposta a um alto grau de radiação ionizante:
5. Assinale o equipamento capaz de detectar a radiação:
6. O processo em que o Urânio se transforma em Radônio é:
7. O processo em que se reduz pela metade a quantidade inicial de um elemento radioativo é:
8. A meia-vida do estrôncio-90 vale 28 anos. Quanto tempo é necessário para que restem 12,5 % de uma amostra?
9. O pictograma está associado a substâncias:
10. O material genético quando é alterado pela radiação pode causar:

Após a primeira rodada jogada pelos estudantes, percebeu-se que eles se interessaram pelo jogo proposto e queriam responder as perguntas do *game show*, para acumular os pontos e ganhar mais pontos que os demais colegas, criando um clima amistoso de competição. Logo, o autor da pesquisa jogou com os estudantes

de uma forma mais pausada, pergunta por pergunta, explicando o motivo de cada uma das respostas estarem corretas em termos químicos. A explicação do acerto, pausadamente em todas as questões, foi feita para mostrar a ideia de que o jogo tem a finalidade de apresentar conceitos químicos de uma maneira que não fique tão abstrata, mas que esteja mais acessível para o entendimento.

O jogo foi bem recepcionado pelos estudantes, assim como a exibição dos trechos da minissérie na primeira aula, já que trouxe a novidade e instigou a curiosidade em sala de aula. As expressões reveladas pelos estudantes denotavam a ideia de contentamento em jogar, e de não apenas reproduzir no caderno o conteúdo de Radioatividade. O principal resultado foi que os estudantes se sentiram participantes ativos ao invés de meros ouvintes, pois dependia de eles responderem as perguntas para que o jogo tivesse desfecho, e como consequência se divertiam a partir da compreensão dos conceitos químicos, uma vez que não foram vistos na última aula pelo modo que fizeram a pesquisa.

A estratégia do jogo foi minuciosamente planejada, com cada passo meticulosamente pensado, visando a resolução das questões de forma gradual e estruturada. Essa abordagem foi adotada devido à sua capacidade de atender às demandas educacionais contemporâneas, revelando-se eficaz ao atrair os estudantes para conceitos que, até então, lhes eram obscuros, transformando o aprendizado em uma experiência ativa e envolvente. Os estudantes não apenas acolheram essa abordagem, como também criaram um ambiente amigável onde podiam buscar a resposta correta e verificar o desempenho de seus colegas. Consequentemente, a sala de aula se converteu em um local propício para a aprendizagem, despertando o interesse dos alunos, levando-os à uma compreensão mais profunda de tópicos como o uso do chumbo para conter a radiação, a penetrabilidade das partículas, o tempo de meia-vida de radioisótopos e seus impactos negativos sobre o corpo humano.

As temáticas abordadas na minissérie estão intrinsecamente ligadas a conceitos da química e compreender essas temáticas desencadeia uma transformação nos alicerces do conhecimento dos alunos, capacitando-os a lidar com situações mais complexas, como as que se apresentarão no próximo estágio da UEPS. Como resultado, na aula subsequente, foram introduzidos novos desafios e problemas para que os estudantes pudessem aplicar esses conhecimentos em um nível de complexidade mais elevado.

Na quarta aula da aplicação da UEPS, efetuou-se a exibição de novos trechos da minissérie, com perspectiva de apresentar aos estudantes uma situação-problema, para que, com base nos conceitos químicos vistos na aula anterior, eles consigam responder essa situação-problema. Os trechos foram exibidos da mesma forma que na primeira aula, utilizando-se o “Educatron”, como pode ser visto na Figura 6.

FIGURA 6 – APRESENTAÇÃO DOS NOVOS TRECHOS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Neste momento, percebeu-se que os estudantes observaram os novos trechos com um olhar diferenciado e não apenas com o viés do entretenimento, o que é extremamente positivo, pois esse desenho apresenta indícios que a intervenção pedagógica está conseguindo atingir o seu propósito, trazendo recursos audiovisuais para romper com o ensino convencional, enraizado na memorização e na reprodução, uma vez que os estudantes estão conseguindo, em tese, aplicar conhecimentos científicos ao ver a minissérie.

Nesse sentido, o subsunçor, após o aprofundamento do conhecimento da aula anterior, acaba ficando mais robusto, possibilitando a compreensão de forma eficaz de novas situações, já que houve uma alteração deste subsunçor com a explicação em termos científicos dos conceitos em torno da radioatividade. De outra forma, percebe-se que o comportamento diante do conhecimento científico está interligado ao amadurecimento do subsunçor que o estudante vai construindo e modificando ao longo do tempo.

Aos estudantes, após os trechos passados, foram realizadas perguntas para serem respondidas com base nos trechos apresentados. Das perguntas feitas,

retornaram 17 folhas com os questionamentos, sendo nenhuma em branco (0 folhas, n = 0%), respondidas parcialmente (1 folhas, n = 5,88%) e preenchidas totalmente (16 folhas, n = 94,12%). As respostas foram transcritas da mesma forma que os estudantes escreveram, de modo a não perder a coerência da colocação dos sujeitos.

Na primeira pergunta, “o porquê do iodo?”, percebe-se as colocações no Quadro 13. Ressalva-se que essa pergunta deriva da minissérie como reflexão ao questionamento da enfermeira quando vê que está ocorrendo um incêndio na usina e pergunta se tem estoque de iodo.

QUADRO 13 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES PRIMEIRA PERGUNTA

<b>Número de respostas</b>	<b>Respostas</b>
1	“proteje contra uma contaminação radioativa”
1	“o iodo é usado para proteger a glândula tireoide, pois ela absorve o iodo radioativo evitando danos da tireoide”
1	“Para de desativar a tentativa e estabilização do núcleo”
1	“para absorver cacer da tiroide”
1	“porque é uma proteção contra radioatividade”
1	“para desenvolver câncer de tiriotec”
5	“é utilizado na síntese dos hormônios produzidos pela tireóide”
1	“por que eles achou que ia ajudar”
1	“comprimidos de iodo estável, protegem a glândula conrta uma contaminação radioativa”
1	“por que ela protege o órgão da contaminação radioativa”
1	“proteje contra uma contaminação radioativa
1	“E utilizada na síntese dos ivos”
1	“comprimido iodo, contém uma glândula contra irradiação”
0	Não houve resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nas respostas, observa-se a citação das palavras “protege”, “tireoide”, “contaminação”, que trazem a ideia do conhecimento científico aplicado, uma vez que no trecho da minissérie a cientista pede para a secretária tomar comprimido de iodo diante da proximidade do escritório com o local de explosão do reator, pelo fato do iodo ser estável e se acumular na tireoide, evitando, assim, que o isótopo radioativo se acumule e cause consequências para a saúde. Também se observa a confusão de resposta quando se cita que é produzido na tireoide por uma síntese o iodo, aqui pode ter ocorrido uma inversão de conceitos por parte dos estudantes.

Nesse contexto, podemos fazer inferências sobre a inversão de conceitos que pode ter ocorrido, pelo fato do subsunçor não estar robusto o suficiente para

compreender a importância do iodo, ou ainda, estar robusto o suficiente para compreender que o iodo preenche a tireoide evitando que sejam depositadas partículas radioativas na tireoide.

Além disso, observamos que os estudantes tentam fazer relações da minissérie com os conceitos de Radioatividade, e considerando que é a primeira vez que tiveram contato com a minissérie, há estudantes que, mesmo fazendo relações erradas, respondem no sentido de tentar se aproximar dos conceitos. Esse fato demonstra os primórdios da construção de subsunçores que precisam ser mais amadurecidos.

Na segunda pergunta, “O que acontecerá com as pessoas e com o bombeiro?”, as colocações dos alunos estão presentes no Quadro 14.

QUADRO 14 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES PRIMEIRA PERGUNTA

<b>Número de respostas</b>	<b>Respostas</b>
1	“Eles provavelmente vão morrer”
2	“talvez passo ter doença”
1	“As pessoas sofrem graves danos do contato com a radioatividade resultando em morte”
1	“morte e o lugar fica radioativo e inabitável por anos”
1	“vão se contaminar e morrer”
1	“eles vão sofrer com a radiação que esta presente no ar e nas pedras”
1	“lesões possivelmente fatias. E pode causar a falência do sistema imunológico”
1	“o bombeiro perderá a mão”
7	“morreram”
1	Não houve resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nestas respostas, verifica-se os termos “morreram”, “graves danos”, “sistema imunológico”, os quais trazem, mais uma vez, a evidência de que alguns alunos conseguiram observar a minissérie com olhar científico, pois compreenderam que o excesso de radioatividade pode causar a morte, já que a emissões radioativas retiram elétrons das células, danificando-as e causando danos que, por fim, gera uma morte dolorida. Os estudantes observaram essa ideia, pontuando que a morte ou danos graves são causadas pelas emissões radioativas emitidas pelo núcleo do átomo, desmistificando a compreensão do conteúdo abstrato e sem sentido, dado que verificaram a aplicabilidade do conhecimento científico.

Num dos trechos apresentados, aparece a população assistindo a explosão e recebendo doses altíssimas de emissões radioativas, porém, eles não se retiravam do local, visto que não compreendiam essa questão de emissões e o quão grave era estar naquela ponte. Segundo a minissérie, todos que assistiram aquela explosão na ponte morreram nos dias subsequentes, em decorrência da radiação, entre elas mulheres e crianças de colo. Talvez, essa colocação tenha chamado a atenção dos alunos, pois a minissérie traz elementos que oportunizam a reflexão e a construção de subsunçores, que colaboram para que os alunos problematizem a cena e compreendam o motivo das pessoas que estavam na ponte morrerem.

Na terceira pergunta, “Quando os efeitos passarão?”, as respostas dos alunos estão presentes no Quadro 15. Essa pergunta deriva de uma cena que o cientista conversa com o integrante do partido sobre os efeitos da radiação.

QUADRO 15 - RESPOSTA DOS ESTUDANTES PRIMEIRA PERGUNTA

<b>Número de respostas</b>	<b>Respostas</b>
1	“Acho que não passa, porque elas puderam morrer”
2	“10 a 15 min”
1	“Depois de anos”
1	“50% dos efeios em $4,5 \times 10^9$ anos”
1	“mais de seis mil crianças e adolescentes desenvolveram cancer”
1	“A radiação permanece no corpo apenas durante o tempo, em que as pessoas ficam no aparelho (7 a 16 min)”
1	“eu acho que depois de um tempo o efeito passará
1	“em pouco tempo, se for cuidado por profissionais”
2	“muito tempo”
1	“com certeza a milhões de anos para passar”
1	“milhões de anos”
1	“vai demorar anos”
1	“após anos ou nunca”
1	“depois de um bom tempo”
1	Não houve resposta

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nas respostas derivadas dessa pergunta, observa-se que elas giram em torno do tempo que demorará para passar os efeitos, o que retrata que os estudantes compreenderam o conceito de meia-vida dos radioisótopos, já que uma determinada massa, para se reduzir na metade, demora um tempo significativo, conforme escreveu

um estudante  $4,5 \times 10^9$  anos. Na minissérie, apresenta-se a Chernobyl, bem como a cidade vizinha, inabitável por anos em decorrência da radiação.

Apesar das colocações dos alunos estarem em consonância com a ideia correta, percebe-se que poucos conseguem construir uma resposta mais específica, pontuando um determinado tempo. Assim, entende-se que o subsunçor é individual de cada sujeito, e que por mais que todos os alunos tenham assistido ao mesmo trecho, no mesmo momento, com as mesmas informações, essas foram se estabelecendo de modo diferenciado em cada aluno.

Nesse campo, é importante destacar a individualidade do sujeito que aprende num determinado tempo e momento de sua trajetória escolar, por isso não é compreensível o sistema de ensino cobrar do estudante ao final do período letivo, os conceitos científicos de maneira verticalizada, já que ainda pode não estar preparado. Noutras palavras, seu subsunçor pode não estar robusto o suficiente para responder questionamentos.

Após as perguntas, foi realizado um introito do modo como são produzidos os mapas conceituais, e apresentado um modelo, conforme Figura 7.

FIGURA 7 – PESQUISADOR MOSTRANDO EXEMPLO DE MAPA CONCEITUAL



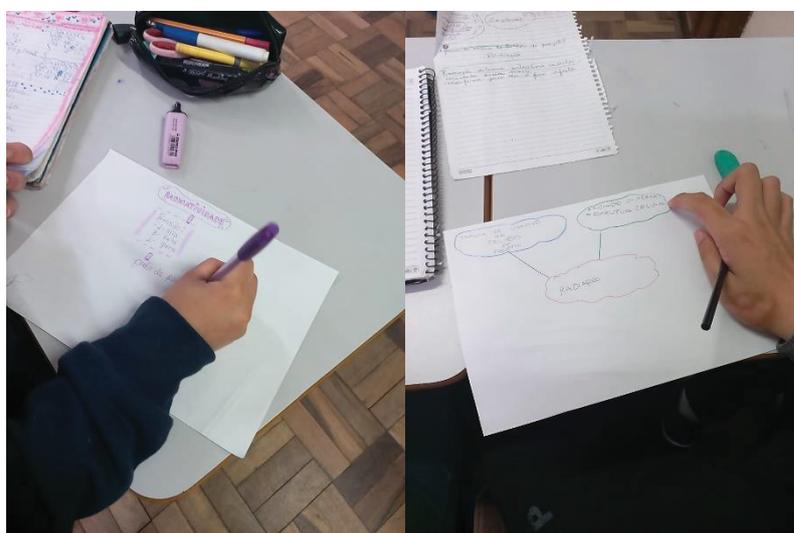
Fonte: Professora da turma (2023)

Nesta aula, reforça-se a importância do aprofundamento - uma vez mais - da parte da organização do conhecimento, pois os estudantes conseguiram assistir os trechos apresentados e responder as perguntas com conteúdo científico, o que evidencia o caminho promissor da presente UEPS. Em reforço a esse argumento, na primeira aula, teve-se um número elevado de folhas em branco (5 folhas,  $n = 17,24\%$ ),

provavelmente pelo fato de os alunos não saberem responder, ou seja, não ter subsunçor para ser acessado em sua estrutura cognitiva. Na última aula, por outro lado, percebeu-se que nenhuma folha em branco foi entregue, o que pode indicar que ocorreu a construção de subsunçor e, mais ainda, que ele está acessível no que tange a compreensão do conteúdo para responder as perguntas em termos químicos.

Na quinta aula, fez-se novamente a exibição de um novo conjunto de trechos da minissérie, agora em um grau de complexidade maior que os anteriores, para que os estudantes acessassem os subsunçores aprimorados ao longo da aplicação da UEPS, e conseguissem realizar a atividade subsequente. Em seguida, iniciou-se a produção dos mapas conceituais pelos estudantes, como pode ser visto na Figura 8.

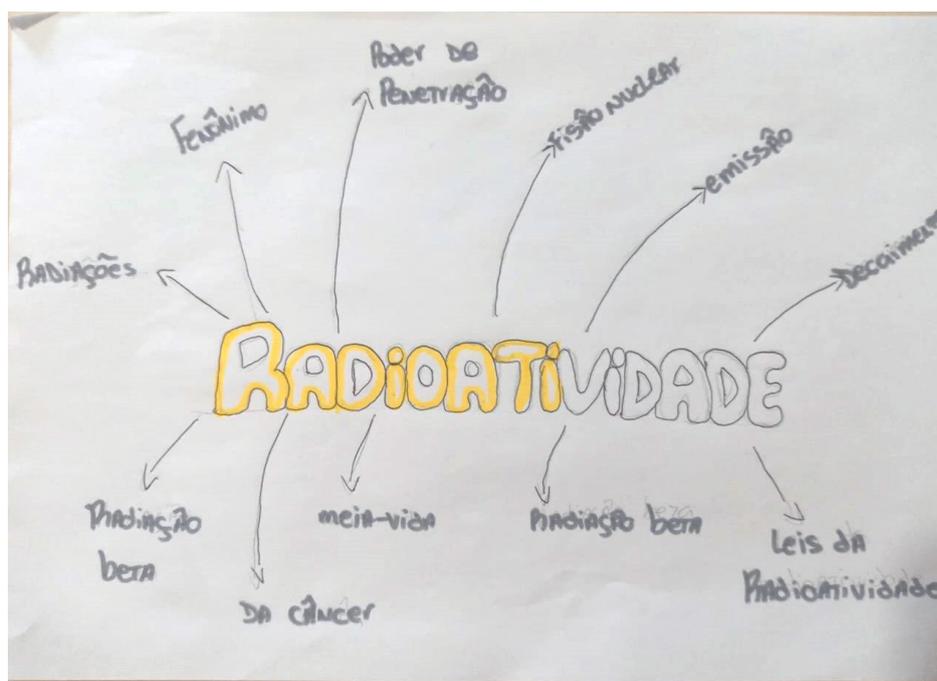
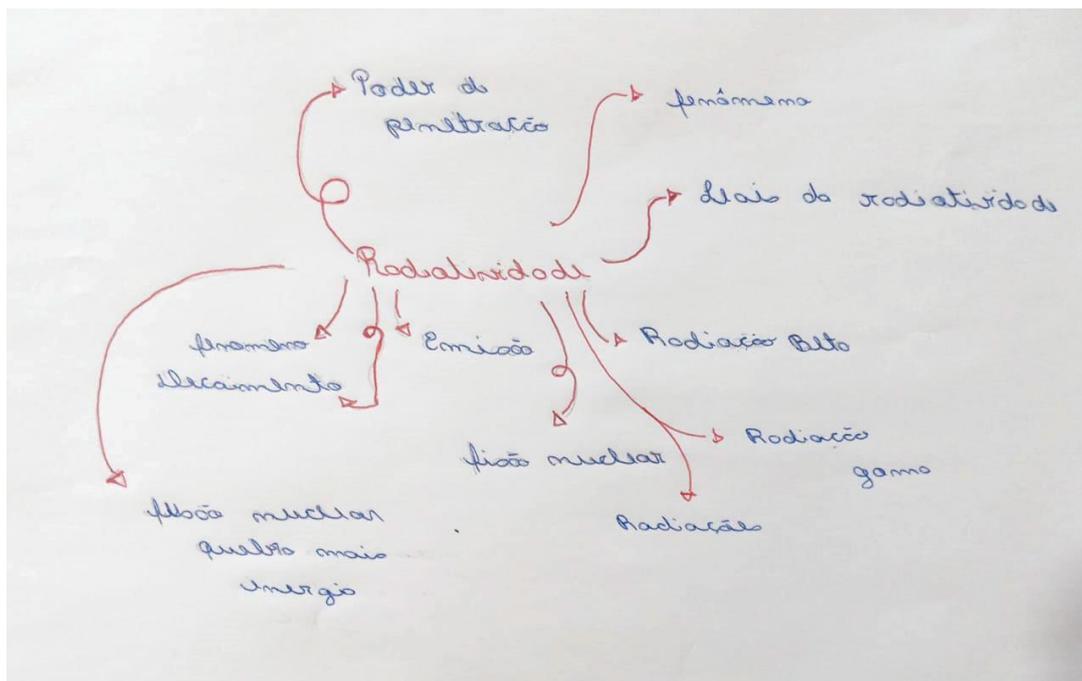
FIGURA 8 – ESTUDANTES ELABORANDO MAPAS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Durante a confecção dos mapas conceituais, foi fornecido aos estudantes as folhas em branco, canetas coloridas e adesivos para comporem os mapas de forma criativa. Durante essa composição, foi possível observar a dificuldade dos estudantes em compreenderem a diferença entre mapa conceitual e mapa mental, mesmo tendo sido mostrado exemplos de mapas conceituais. Essas dificuldades foram fundadas principalmente no processo de entender que o mapa conceitual deve ter um conceito, um termo de ligação e outro termo de ligação, para formar uma preposição, sendo que a somatória de todas essas preposições constitui o mapa conceitual. Um exemplo é exibido na Figura 9.

FIGURA 9 – MAPAS MENTAIS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

O não entendimento da diferenciação entre mapa conceitual e mapa mental pode ter se dado por dois fatores: a necessidade de mais tempo para a elaboração dos mapas por parte dos estudantes ou a incompreensão da estrutura de um mapa conceitual. É importante destacar que esse resultado não inviabiliza a pesquisa, já que houve outras formas de constituição de dados para avaliar se há ou não indícios

de aprendizagem significativa dos conceitos em torno da radioatividade. Foram entregues 19 mapas, todos organizados da mesma forma.

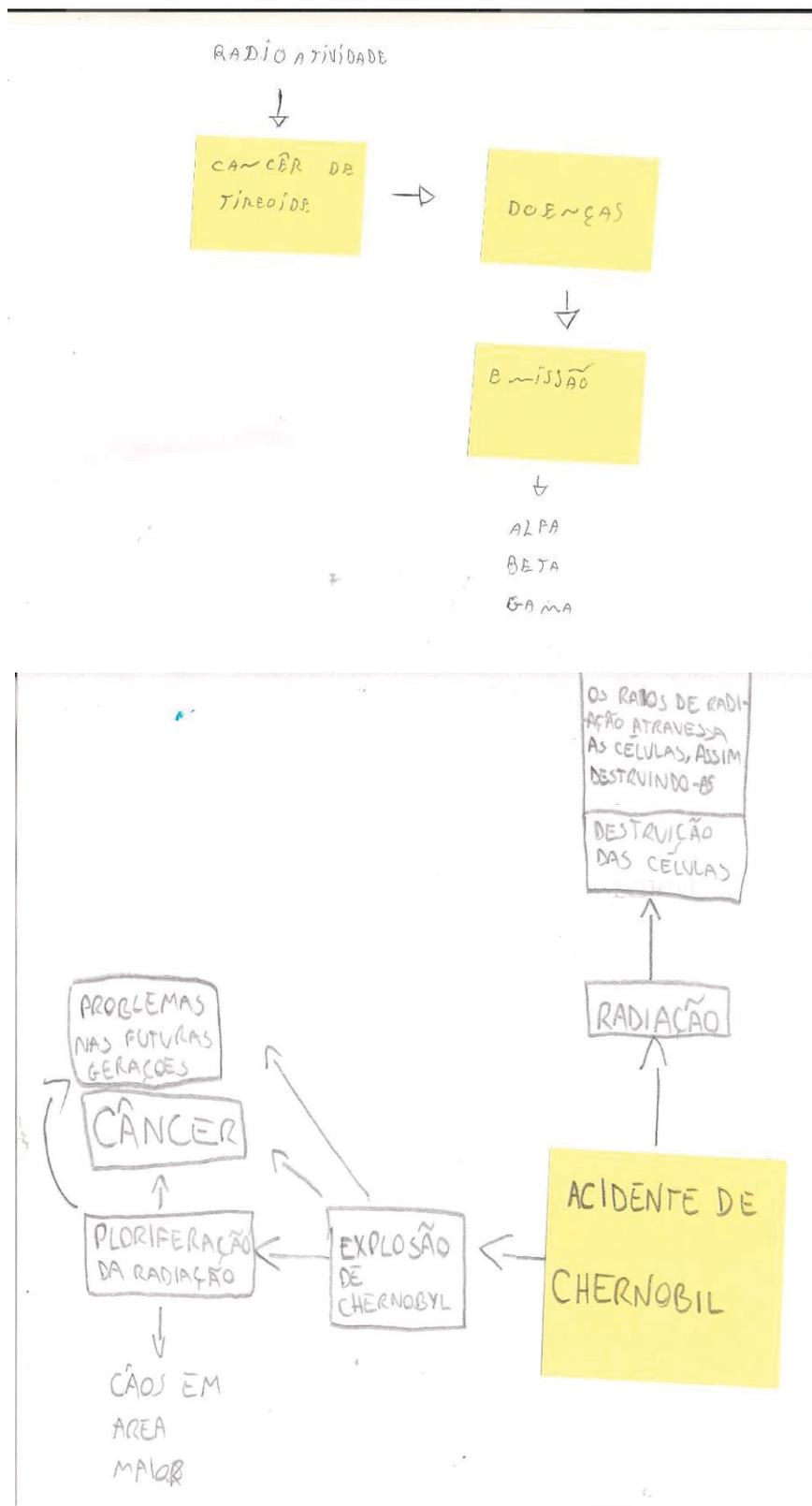
Assim, percebeu-se a necessidade de um esclarecimento mais eficaz em relação aos elementos constituintes de um mapa, oportunizando-se aos alunos a construção novamente. Nesse caso, após se detalhar um mapa conceitual, fortalecendo a exibição da necessidade de um conceito, de um termo de ligação e de outro termo de ligação, para formar uma preposição, os alunos reorganizaram os mapas.

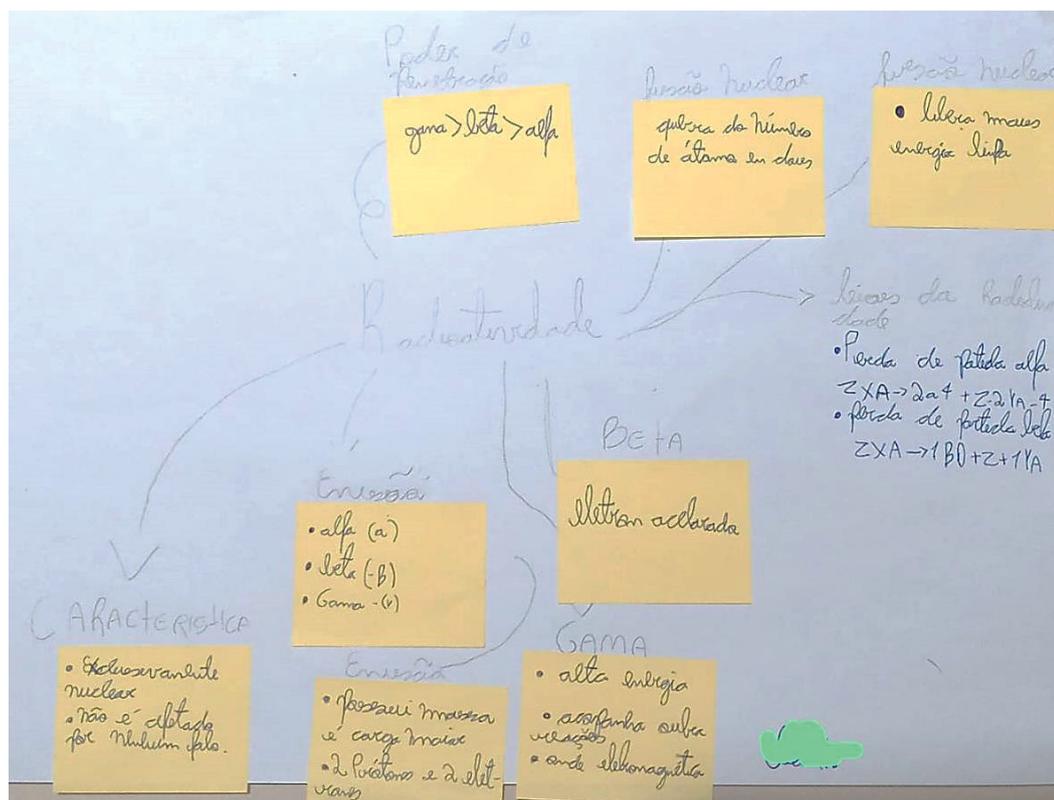
Na sexta aula da aplicação da UEPS, foi necessário insistir na produção dos mapas conceituais com os estudantes, já que a análise destes mapas compõe os indícios de Aprendizagem Significativas, tornando-se necessário que os mapas apresentassem a estruturação mínima para que pudessem ser utilizados à luz do método de análise LIPHS.

No início da aula, foi apresentado exemplos de mapas conceituais e explicado no quadro a estruturação de um mapa, contendo: conceito, termo de ligação e conceito formando uma preposição, inclusive esboçando no quadro essa estrutura, além do exemplo visual apresentado no *Educatron*. Esse momento foi proveitoso, já que os estudantes observaram mais uma vez a estrutura do mapa conceitual e puderam observar ao refazer o próprio mapa.

Foram devolvidos pelos estudantes 20 mapas ditos como conceituais, sendo mapas sem a estrutura conceitual (17 mapas, 85%) e mapas com estrutura conceitual (3 mapas, 15%). Foram selecionados 3 mapas sendo estes aqueles que contemplam uma organização mais eficiente em termo de estrutura de mapas conceituais. Esses mapas podem ser vistos nas Figura 10.

FIGURA 10 – MAPAS CONCEITUAIS (RE)ORGANIZADOS PELOS ALUNOS





Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os mapas conceituais, em termos de estruturas, não são ideias, porém, apresentam alguma estrutura que podemos considerar em termos de análise. Durante a construção destes mapas, observamos que os estudantes se empenharam na execução, usando os recursos disponíveis, um deles foi o post it. Para esses post its, a ideia principal era que fossem colocados os conceitos, mas há mapas que foram colocados os termos de ligação.

Nesta aula, mesmo com a insistência nos mapas conceituais, observa-se a inexistência de mapas mais detalhados, pelo fato de ser a primeira vez que os estudantes interagem com os mapas conceituais; logo, pode ser levado em conta a ausência de habilidades dos alunos, além do tempo para confecção ter sido insuficiente.

Todavia, nestes mapas, percebe-se que há - em algum grau - a estrutura mínima de conceito, termo de ligação e conceito, formando uma preposição; elementos estruturais para a análise das LIPHS. Os demais mapas, mesmo não sendo conceituais, apresentaram informações relevantes em torno do Radioatividade, que

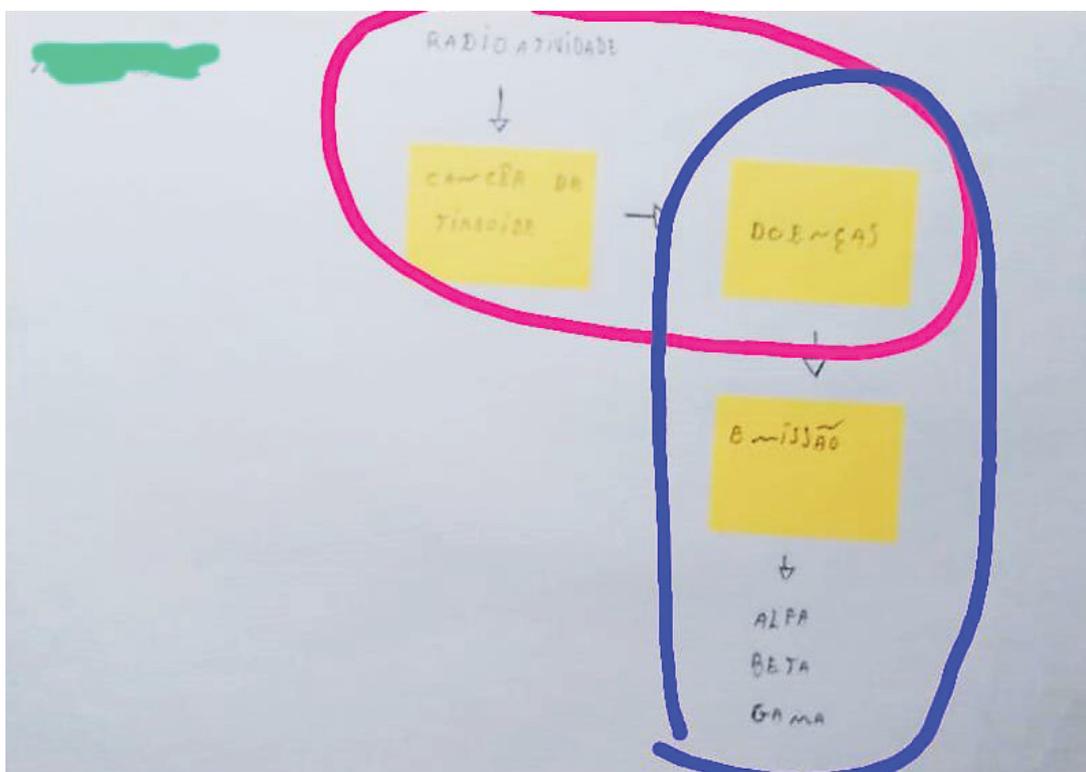
poderão contribuir para a resolução do problema que será proposto para um momento posterior.

## 6.2 INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A LIPHS NOS MAPAS CONCEITUAIS

Nos mapas conceituais dos estudantes, para a análise e a interpretação, se aplica o referencial teórico das LIPHS, para classificar o termo de ligação e verificar os indícios de eventual aprendizagem significativa dos estudantes do conceito de Radioatividade.

Analisando a clareza semântica do Mapa 1, se extraí as preposições circuladas na Figura 11:

FIGURA 11 – MAPA CONCEITUAL 1



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para melhor compreensão da estrutura contida no mapa, colocamos os termos de forma escrita:

Radioatividade ----câncer de tireoide---- doença

Doença-----emissão----- alfa, beta, gama

Percebe-se que o estudante constrói as preposições partindo do conceito “radioatividade”, e utiliza como termo de ligação a expressão “câncer de tireoide” o

que indica, *a priori*, que conseguiu relacionar o excesso de radioatividade emitida sobre o corpo como doença, o que está ligado ao poder de penetrabilidades das partículas e a natureza radioativas dos átomos.

Ao se analisar a preposição completa com o último conceito “doença”, verifica-se que o estudante fez uma preposição classificada como inapropriada, uma vez que é uma preposição que não apresenta clareza e lógica conceitual. Na segunda preposição, revela-se, ainda, ausência do sentido sob conceito de radioatividade, visto que o estudante usa um verbo como termo de ligação e há uma explicação da origem das emissões, a partir do decaimento radioativo. Essa preposição também é classificada como inapropriada, já que a preposição traz a apresentação incoerente de conceitos ligados por um termo de ligação.

Nesse desenho, é possível inferir que não há elementos estruturantes que evidenciam indícios de aprendizagem significativa, dado que o mapa realizado pelo aluno revela ausência do processo de aprendizagem por meio de uma abordagem ativa e profunda por parte da interconexão entre as ideias do estudante. O estudante simplesmente reproduzir informações e demonstra a falta de habilidade em construir preposições a partir do conceito central de "radioatividade". O uso da expressão "câncer de tireoide" como termo de ligação sugere uma associação casual sem compreensão mais aprofundada.

Ademais, uma análise mais detalhada das preposições completa essa visão, mostrando que o estudante não faz conexões, mas organiza de maneira sem lógica e clara. A escolha de termos de ligação inapropriados e a apresentação incoerente dos conceitos indicam apenas uma compreensão superficial da assimilação do conhecimento. Além disso, a relação do processo de decaimento radioativo revela uma compreensão do tema com pouca profundidade. Portanto, a partir do mapa presente na Figura 11, é possível ajuizar que a aprendizagem significativa não se apresenta a forma evidente na capacidade do estudante de construir, relacionar e explicar conceitos de forma coerente, lógica e detalhada.

Em relação ao mapa 2, analisando a clareza semântica dele, se extraí as preposições circuladas na Figura 12.



Neste desenho, também podemos inferir que não há elementos que apresentam a aprendizagem significativa, mas elementos que estão na estrutura cognitiva do estudante. As preposições quando são classificadas como inapropriada não quer dizer que a estrutura cognitiva é incipiente, pois cientificamente o estudante pode não explicar, mas ele lembra o que ocorre. Afinal, ele viu trechos da minissérie e pode não saber usar o conceito de decaimento radioativo, mas tem indícios de que algo ocorre no núcleo.

Analisando a clareza semântica do Mapa 3, se extraí as preposições circuladas na Figura 13.

FIGURA 13 – MAPA CONCEITUAL 3



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para melhor compreensão da estrutura contida no mapa, mais uma vez colocamos os termos de forma escrita:

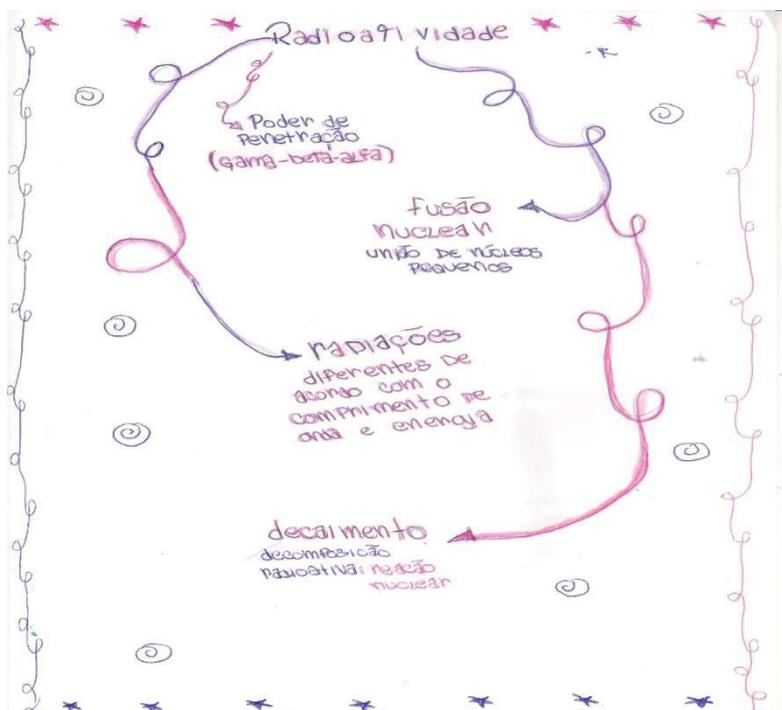
Radiação ----acidente de chernobil---- explosão de chernoby

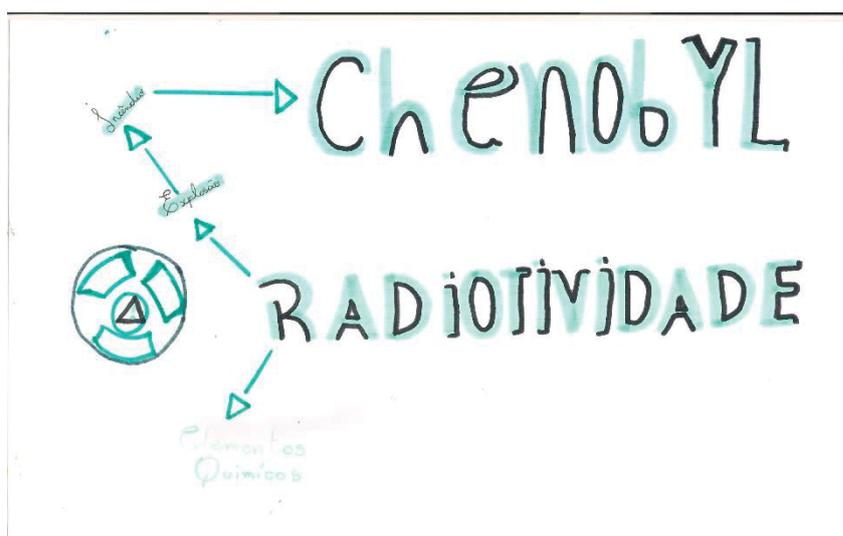
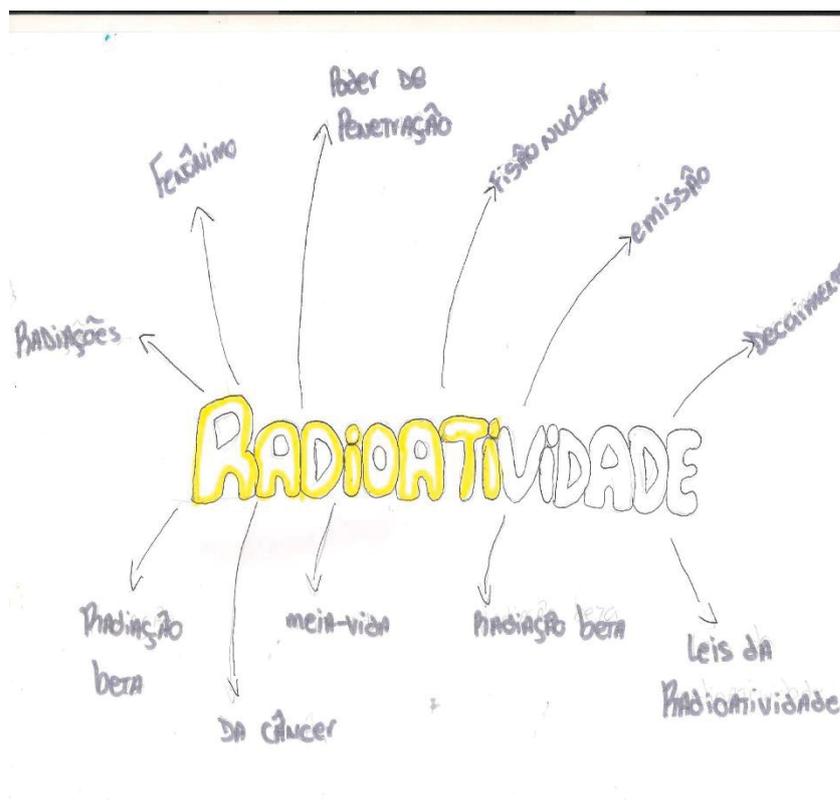
Vê-se, nesta preposição, a repetição do mesmo evento com palavras distintas. Assim, a preposição não tem clareza conceitual, e torna-se inapropriada, pois não exprime uma ideia conceitual. Ou seja, o estudante traz o acidente retratado na minissérie e relaciona com a Radioatividade, mas essa relação não é aprofundada, se tornando uma preposição frágil.

Todavia, há elementos estruturantes para evidência dos indícios de aprendizagem significativa nos mapas conceituais analisados. O fato de os estudantes conseguirem relacionar um recurso de entretenimento com conceitos científicos e reproduzir nas perguntas, jogos e nos mapas, faz com que se infira que - ainda que minimamente - houve uma mudança na estrutura cognitiva do estudante, pois aprendeu significativamente.

Pode-se verificar em outros mapas produzidos pelos estudantes a não apresentação de estrutura, conforme Figura 14. A diferença para os demais mapas demonstrando a fragilidade da análise pela LIPHS.

FIGURA 14 – MAPA SEM ESTRUTURA





Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Diante de tais análises, pode-se dizer que as LIPHS são instrumentos adequados para verificar os indícios de aprendizagem significativa, uma vez que as preposições apresentam os subsunçores construídos pelos estudantes durante a UEPS e a LIPHS vem para classificar essa preposição e municiar-nos com elementos para verificar a aprendizagem significativa dos estudantes do conceito de Radioatividade.

Todavia, é preciso destacar que os mapas apresentados pelos estudantes, e exibidos nesse estudo, apresentam a preposição inapropriada. Isso, talvez, derive de a construção do mapa conceitual ocorrer sem um robusto treinamento inicial, prejudicando a confecção, a dedicação do estudante e o período da aplicação do estudo

O treinamento realizado foi extremamente modesto devido as circunstâncias apresentadas no local de estudo – professora regente tem poucas aulas e não poderia ceder mais aulas para o estudo – assim, foi feita uma apresentação dos mapas conceituais no início da mesma aula em que foram produzidos, tal fato prejudicou a compreensão dos estudantes relativos ao mapa conceitual e, portanto, a aplicabilidade das eventuais estruturas cognitivas reformuladas/formadas não foi identificada nos mapas.

De outras formas, para a construção de um mapa conceitual apropriado, que reflita a mudança na estrutura cognitiva do aluno e considere os subsunçores na aprendizagem significativa, é fundamental compreender que este processo requer treino e tempo. A aprendizagem significativa, conforme proposta por Ausubel, baseia-se na ideia de que novos conhecimentos são assimilados de maneira mais eficaz quando conectados a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, denominados subsunçores, os quais facilitam a integração de novas informações.

No contexto da criação de mapas conceituais, esses subsunçores servem como âncoras para os novos conceitos, permitindo que o aluno estabeleça conexões significativas entre o que já sabe e o que está aprendendo e exponha isso de forma visual em um mapa conceitual. No entanto, a construção de um mapa conceitual que realmente reflita essa integração de novos conhecimentos não é um processo que acontece de maneira instantânea; é necessário um período significativo de tempo. Afinal, o aluno precisa passar por um processo significativo, onde, inicialmente, precisa internalizar os novos conceitos. Isso significa que ele deve compreender profundamente esses novos conceitos e suas relações com os subsunçores já existentes.

Com o passar do tempo, o aluno começa a estabelecer conexões significativas entre os novos conceitos e os conhecimentos preexistentes. Este processo não ocorre em uma única aula, mas se desenvolve ao longo de várias sessões de aprendizado, visto que cada nova interação com o material permite que ele crie ligações mais

profundas e significativas, consolidando o aprendizado. Assim, a prática contínua na organização de ideias é crucial, pois a habilidade de organizar conceitos em um mapa conceitual não surge de forma imediata; ela é desenvolvida por meio de repetidas oportunidades de prática. Cada vez que o aluno trabalha em um mapa conceitual, ele aprimora sua capacidade de identificar relações e hierarquias entre os conceitos, fortalecendo sua compreensão.

Portanto, à medida que o aluno revisita e refina o mapa conceitual, ele ajusta as conexões e melhora a precisão das relações representadas. Este é um processo iterativo que contribui significativamente para a evolução da estrutura cognitiva do aluno, visto que a cada refinamento, o mapa conceitual se torna uma representação mais fiel e clara da reorganização e ampliação do conhecimento na mente do aluno.

Nesse campo, pode-se afirmar que os estudantes podem não ter sido instigado o suficiente a produzir, avaliar, pensar e reorganizar o mapa em decorrência do tempo de treinamento, razão pela qual a compreensão relativa aos mapas conceituais produzidos ficaram afetados, impactando, assim, nas análises das preposições dos mapas, tornando-os inapropriados.

Pode-se destacar outros fatores que contribuíram para a inapropriação dos mapas, tais como a dedicação do estudante e o período que foi aplicado.

A dedicação gera a disposição para enfrentar desafios, superar obstáculos para resolução da situação elaboradas. Os mapas conceituais são desafiadores, ainda mais para estudantes que estão tendo o primeiro contato com esse instrumento de constituição de dados de um estudo. Sem a dedicação, os mapas não evoluem e gera a análise de inapropriação das preposições.

A exaustão no final do ano letivo dos estudantes é imperativa nas escolas, pois nesta época do ano as demandas acadêmicas tendem a se intensificar e podem ser estressantes e cansativas. Esse cenário também prejudica a produção de mapas conceituais de viés apropriado, pois o estudante cansado não consegue racionalizar informações da estrutura cognitiva e expressar no mapa.

Esse quadro apresentado na avaliação dos mapas conceituais pode ser, minimamente, contornado com a aplicação processual na resolução de problemas eficaz, para a identificação de elementos de indícios de aprendizagem significativo.

### 6.3 INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE PROCESSUAL NA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS

Para contornar o quadro da existência baixíssima de poucos mapas conceituais com estruturas possíveis de análise, à luz da LIPHS, resolveu-se organizar e aplicar um problema que abordasse o conteúdo estudado, a fim de complementar e, de forma enriquecedora, compreender o entendimento dos estudantes dos conceitos de Radioatividade, propiciando uma análise mais robusta quanto aos indícios de aprendizagem significativa.

O problema proposto contava 4 momentos para que os estudantes refletissem e respondessem o questionamento realizado.

O problema proposto foi: **[contextualização]** A importância da Radioatividade cada vez mais é discutida na sociedade, visto sua vasta empregabilidade nas diversas áreas, como na medicina, agricultura, alimentação, produção de energia, dentre outras. **[Reflexão crítica]** Embora haja uma crescente quanto a temática da Radioatividade, há menosprezo na tratativa da sua empregabilidade, devido à, dentre várias questões, ausência de conhecimento de muitas pessoas **[Motivação]** Desse modo, torna-se necessário compreender as diversas formas que a Radioatividade está presente na sociedade, visto que ela não apenas enriquece a perspectiva científica, como também capacita as pessoas a tomar decisões mais informadas e responsáveis em relação ao uso da tecnologia nuclear e suas aplicações médicas, industriais e energéticas. **[Proposição passível de questionamento]** Descreva como e por que a Radioatividade é empregada em diversos ramos. Escreva a relação da química com as emissões radioativas. Por fim, escreva como você enxerga o uso da Radioatividade na sociedade?

Antemão, ressalva-se que o problema foi aplicado no último dia de aula, após três semanas da aplicação da UEPS, e estavam presentes em sala de aula 11 estudantes.

Foram devolvidas pelos estudantes 11 folhas com resposta ao problema, sendo 18,2% totalmente em branco ( $n = 2$ ) e 81,8% ( $n = 9$ ) preenchidas totalmente. Destes problemas, foram extraídas as seguintes respostas, transcritas da mesma forma que os estudantes escreveram:

Estudante A “A radioatividade é usada utilizada no hospital para ver doença”;

Estudante B “Na geração de energia, e é bom para”;

Estudante C *“Tem de ser usada para crescer as coisas do país”*;

Estudante D *“vejo com medo de acontecer um acidente”*;

Estudante E *“É usada a radioatividade porque tem química do átomo e as partículas”*;

Estudante F *“Tem a alfa, beta e gama que sai do átomo em direção dos objetos e essas partículas são responsáveis pela queimadura do bombeiro”*;

Estudante G *“Aqui é empregada em exames como raio X”*;

Estudante H *“as emissões são as partículas que passa na pele para arrancar elétrons e causar dor e queimar”*;

Estudante I *“Uso em muito lugares e faz bem”*;

Importante destacar que o universo amostral é reduzido, uma vez que o problema foi colocado aos estudantes já no final do ano letivo, quando a grande maioria está em clima de encerramento. Por conta deste fato, percebe-se que as respostas foram mais objetivas e menos elaboradas em termos de texto. Ainda, destaca-se vê que os estudantes, durante a resolução do problema, conversaram entre si sobre o tema e rememoraram os vídeos e os mapas construídos por eles em semanas anteriores.

Os estudantes apresentaram respostas curtas e não responderam ao problema por completo, tal fato pode estar relacionado a alguns fatores, tais como não compreender os conceitos em torno da química, o término do ano letivo e, ainda, o cansaço.

Das respostas e da observação em sala de aula, identifica-se que os estudantes conseguiram compreender que a Radioatividade não é apenas um conteúdo científico que está dentro de uma sala de aula, mas que há uma aplicabilidade do conteúdo que é ensinado, para que os alunos consigam enxergar na sociedade e muitas respostas vieram nesse sentido, por exemplo, quando se diz *“é usada na geração de energia”* como – estudante B – ou ainda que é *“usado no hospital para identificação de doenças”* – estudantes A e G.

A resposta dos estudantes F e H trazem o entendimento das partículas relacionando as partículas alfa, beta e gama com a queimadura do bombeiro. Por um processo biológico, ocorre as queimaduras diante da exposição à radiação, já que as partículas radioativas atravessam a pele retirando elétrons da célula gerando as queimaduras, inclusive na minissérie essa cena é retratada de uma maneira muito

forte – em termos de teledramaturgia – quando o bombeiro aparece em estado terminal com a sua pele toda comprometida pela exposição à radiação.

Os estudantes C e I trazem a ideia de crescimento do país, apresentando que compreendem a potencialidade da Radioatividade na sociedade, podendo ser aplicada em outras áreas, além da produção de energia ou do uso hospitalar, fazendo com que haja um avanço científico e econômico.

O estudante D usa a expressão “medo” da Radioatividade, pois a partir do momento que se conhece em termos químicos a consequência do uso da Radioatividade de maneira desordenada e sem cuidado, e, tendo como exemplo as imagens ilustradas pela minissérie, faz com que o estudante não se sinta confortável em enxergar a Radioatividade na sociedade que vive.

O estudante E relaciona o átomo com as partículas e a radioatividade – ponto positivo – já que esses elementos estão intrínsecos ao conceito de Radioatividade trabalhado com os estudantes. Esse estudante apresenta uma visão de quem conhece, em termos químicos, o conceito da Radioatividade, já que há o decaimento radioativo gera as partículas.

Os alunos trazem elementos, cada um de uma forma e com foco diferente, possibilitando dizer sobre a aplicabilidade e potencialidade da Radioatividade na sociedade que estão inseridos sem a concepção que é algo fora da sua realidade. Além disso, os alunos relacionam as emissões com as consequências da radiação; isto apresenta que os estudantes tiveram um aprimoramento do seu subsunçor originário com a aplicação da UEPS, gerando indícios de aprendizagem significativas nas respostas – cada um de uma forma, pois esses sujeitos são distintos e seus subsunçores também.

Esse fato pode ser corroborado pela própria teoria da TAS, pois o estudante estabelece uma reorganização dos conceitos, na qual os conceitos de Radioatividade mostrados se tornaram, com o passar das semanas, significativos, fazendo com que a estrutura cognitiva fosse encorpada em termos de conhecimento químico (Moreira, 2010).

Sendo assim, observa-se que a propositura da resolução de problemas tornou-se um instrumento a mais para verificação dos indícios de aprendizagem significativa, já que apenas os mapas conceituais construídos pelos alunos não trouxeram robustez para ser possível analisar os indícios de aprendizagem significativa. Por meio

resolução de problemas, é possível que os não familiarizados com os mapas conceituais exprimiram as suas ideias quanto ao conceito de Radioatividade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir esta dissertação, torna-se necessário relembrar o objetivo principal: "analisar como ocorre o processo de aprendizagem significativa sobre a Radioatividade a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa", com o intuito de verificar se, ao longo deste processo metodológico, foi possível analisar o ensino da Radioatividade. O referencial teórico da TAS proporcionou subsídios para evidenciar indícios de aprendizagem significativa durante as intervenções pedagógicas realizadas nas aulas por meio da UEPS.

Inicialmente, observou-se estudantes que desconheciam os conceitos de Radioatividade ou possuíam uma ideia significativamente frágil e errônea. A minissérie, nesse contexto, desempenhou um papel crucial ao permitir que os organizadores prévios estruturassem seus conhecimentos, uma vez que não é possível aprender um conceito de maneira significativa sem a mudança de ideias prévias. A estrutura cognitiva dos estudantes foi se modificando e aprimorando ao longo das intervenções, como pode ser percebido pelas respostas ocorridas durante o percurso.

De outra forma, na aplicação da UEPS, a estrutura cognitiva dos estudantes passou por transformações substanciais, revelando um processo de modificação e aprimoramento ao longo do percurso. Nesse contexto, a estrutura cognitiva englobou a organização mental dos alunos, compreendendo suas percepções, conhecimentos, habilidades e métodos de processamento de informações. Afinal, a intervenção didática foi implementada de maneira a conectar-se diretamente a um tema de interesse dos alunos, com um material potencialmente significativo. Esta UEPS, por sua vez, foi concebida com a finalidade de proporcionar um ambiente educacional relevante e aplicável à vida dos estudantes, destacando-se pela capacidade de instigar significado no conteúdo de Radioatividade.

Portanto, ajuizamos que ao longo desse processo, as mudanças observadas na estrutura cognitiva dos alunos indicam não apenas uma adaptação, mas um aprimoramento na abordagem e compreensão dos conceitos. Essas alterações estão intrinsicamente ligadas ao potencial de aprendizagem significativa resultante da intervenção didática, por meio da UEPS. A aprendizagem significativa, caracterizada pela conexão entre novos conhecimentos e experiências prévias, revelou-se como o

produto desejado desse enriquecedor processo educacional. Assim, defendemos que a prática pedagógica efetiva, alinhada a uma UEPS com material de ensino significativo, pode desencadear transformações profundas na forma como os estudantes assimilam e aplicam conhecimentos.

Com esta pesquisa, evidenciamos que o uso da minissérie Chernobyl contribuiu para o ensino de química. Isso se deu pelo emprego deste recurso de entretenimento em sala de aula, considerando que os estudantes estavam amplamente familiarizados com essas ferramentas digitais, e seu uso em sala de aula pode despertar o interesse e motivá-los a aprender sobre os conteúdos em estudo.

Nós, professores, não podemos apostar em um mundo analógico que não se coaduna com a vivência dos estudantes. O mundo tornou-se digital e eletrônico, e as pessoas, principalmente os professores, devem se adaptar a essa realidade. Como exemplo, destacamos a extinção das locadoras e videocassetes e a adoção de um vocabulário digital.

A popularização do entretenimento não segue mais o padrão da década de 90, quando a descoberta de lançamentos envolvia ir até a locadora e alugar uma "fita" para reproduzir no videocassete. Nos tempos modernos, a popularização ocorre através de plataformas de *streaming* e canais de televisão pagos, com a divulgação sendo feita pelas redes sociais, alcançando os estudantes quase instantaneamente. Essas mudanças tornaram-se parte do nosso cotidiano, sendo especialmente comuns entre os estudantes, que incorporam um vernáculo digital em suas ações diárias. Exemplos incluem Google®, WhatsApp®, Uber®, Netflix®, Amazon Prime Vídeo®, Skype®, Facebook®, Instagram®, Twitter® e YouTube®.

A forma de viver na sociedade passou por transformações, e é impossível não aplicar essas mudanças na prática pedagógica. Os professores de Química, na preparação das aulas e no exercício da docência em sala de aula, não podem resgatar a locadora e o videocassete como elementos saudosistas de um tempo obsoleto. É necessário viver o tempo moderno, utilizando as ferramentas digitais como instrumento auxiliar na construção de uma escola melhor para o futuro e na superação da forma convencional de ensino.

A elaboração da UEPS contribui para o professor de química ensinar o conteúdo de Radioatividade, que envolve um significativo grau de abstração. Logo, as UEPS podem envolver os estudantes com diversas problemáticas sociais, econômicas, ambientais e políticas decorrentes de acidentes nucleares. O material

produzido pode instigar e motivar os professores de química a desenvolverem outras UEPS a partir de séries, minisséries, seriados e filmes, que geralmente são de interesse dos estudantes. Nas salas de aula brasileiras, superar um currículo extremamente denso e que não se comunica com o século XXI é uma mudança que os professores precisam liderar, pois são os principais agentes dessa transformação. A UEPS produzida e apresentada nesta pesquisa é parte desse movimento de mudança.

Com a elaboração das UEPS, os professores dispõem de um instrumento pedagógico para aplicação em sua prática no ensino de Química. Isso é crucial, pois os resultados desta ação não apenas beneficiam os estudantes, como também os próprios professores, que desempenham um papel central em qualquer mudança no contexto escolar. Além disso, o desenvolvimento dessa UEPS sobre o conteúdo de Radioatividade é especialmente valioso, considerando a possibilidade de ausência e esquecimento desse tema no âmbito escolar.

Dessa forma, as UEPS assumem um papel crucial no avanço e na reformulação tanto do papel do professor quanto da dinâmica da sala de aula. Em conjunto com outras medidas, elas visam apresentar a possibilidade de utilizar a minissérie Chernobyl como ferramenta de ensino. A relevância para a área do ensino de Química é evidente, pois proporcionam um mecanismo para identificar indícios de aprendizagem significativa de um conceito tão essencial para os estudantes.

Destaca-se que este estudo teve limitações, como por exemplo, ser aplicado no final do ano letivo, o número reduzido de aulas em relação ao inicialmente previsto bem como o resultado dos mapas não terem sido satisfatórios pelo fato de não se ter tido um treinamento prévio mais longo. No futuro, nova aplicação seria indicado levando em consideração mais tempo de treinamento para os mapas, visando dar continuidade ao estudo em nível de Doutorado, com maior tempo para o desenvolvimento das atividades, sendo processual a aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa-PT, Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

CICUTO, C. A. T.; CORREIA, P. R. M. Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas em mapas conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**. São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2013

CAMPOS, E. T. **UEPS para a aprendizagem significativa de física nuclear no ensino médio**. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) – Universidade Federal de ABC, São Paulo, 2021.

EVARISTO, G. F.; GUILHERME, C. R. F.; ALMEIDA, V. L. C. G. Assessing the educational game “the wall chemistry game” potential for kinetics chemistry teaching. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-17, jan./abr. 2020.

FREDERICE, C. **Radioatividade**: uma proposta para a aprendizagem significativa para o ensino de química. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023.

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

HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de Unidade De Ensino Potencialmente Significativo utilizando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 199-213, 2013.

LIMA, J. O. G. de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.

LEMOS, E. S.; MOREIRA, M. A. A avaliação da aprendizagem significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em revista**, Porto Alegre, v. 1 n. 2, p. 15-26, 2011.

LOCATELLI, A.; SANTOS, K.; ZOCH, A. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de química orgânica, abordando a temática dos agrotóxicos. **Revista Areté**, Manaus, v. 9, n. 18, p. 173-181, 2016.

MACIEL, R. R. **A astronomia nas aulas de Física**: uma proposta de utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MARRIOTT, R. de C. V.; TORRES, P. L. **Mapas conceituais**: uma ferramenta para a construção de uma cartografia do conhecimento. [S. l.]: (Coleção Agrinho), 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001. MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em revista**, Porto Alegre, v. 1 n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas*, 2012. 41.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. a teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-lo. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n.1 p. 9- 29, 2010.

NUNCIO, A. P. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o corpo humano no ensino de ciências. **Scientia Cum Industria**, Caxias do sul, v. 4, n. 4, p. 212-215, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Referencial Curricular para o ensino médio do Paraná**. Curitiba, 2021.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REIS, M. **Química**. v. 3, 1. ed. Ed. ática, São Paulo, 2013.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 28-34, 1996.

## APÊNDICE 1 - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: O ensino da Radioatividade a partir de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

Pesquisador/a Responsável: Thaís Rafaela Hilger

Local da Pesquisa: Colégio Estadual Bento Munhoz da Rocha Neto  
Endereço: R. Elvira B Polak, 67 - Pilarzinho, Curitiba - PR, 82100-380

Você está sendo convidado/a para participar da pesquisa O ensino da Radioatividade a partir de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Seus pais ou responsáveis legais permitiram que você participe. Queremos saber como abordar o uso de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino do conteúdo de Radioatividade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será feita no/a Colégio Estadual Bento Munhoz da Rocha Neto, onde os A partir da Revisão Sistemática de Literatura será construída uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para ensinar o conceito de Radioatividade. A UEPS será construída com base nas fragilidades apontadas nos estudos anteriores. A aplicação da Unidade irá ocorrer durante as aulas regulares de Química na escola pública. Antes da aplicação da UEPS será entregue, aos que aceitarem participar da pesquisa, de maneira impressa, o TCLE que informa aos/às participantes os possíveis desconfortos e benefícios da pesquisa. Será destacado que os participantes têm total autonomia para escolher não participar da pesquisa e interromper sua participação a qualquer momento. Durante a aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa desenvolvida haverá a construção de mapas conceituais, por meio *software* gratuito *CmapTools*®, pelos participantes. A partir dos mapas serão analisados possíveis indícios de ocorrência de aprendizagem significativa do conceito de Radioatividade. Os dados gerados serão preservados com o envio dos mapas conceituais para os pesquisadores e o armazenamento no *Onedrive*® (repositório de armazenamento oferecido pela Universidade Federal do Paraná aos seus pesquisadores) para posterior análise. Ao participar da pesquisa você pode esperar que não existem riscos relacionados à saúde dos participantes

e/ou pesquisadores não é esperado qualquer tipo de dano de integridade moral, intelectual e espiritual das pessoas envolvidas. Embora o tema da pesquisa gravite em torno da Radioatividade não haverá - em hipótese alguma - manuseio de elementos ou materiais radioativos, assim não há nenhum risco químico envolvido no estudo. Não obstante, identificamos que o principal risco dessa pesquisa seria a exclusão dos mapas conceituais armazenados no *Onedrive*<sup>®</sup>. Neste sentido, o provedor do domínio, garante-se que os dados serão mantidos armazenados por cinco anos, conforme o orienta o comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os riscos mínimos à pesquisa são a quebra da cadeia de sigilo (nome dos autores) dos mapas conceituais e da guarda destes mapas bem como questões relacionadas a integridade moral (dignidade do indivíduo), intelectual (a liberdade de expressão e pensamento) e espiritual (religiosidade) das pessoas envolvidas. Caso seja identificado qualquer destes riscos mínimos será sanada pelos pesquisadores ou se não resolvíveis pelos pesquisadores a pesquisa será suspensa e informado ao comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Caso alguma situação destas aconteça, você pode nos procurar pelos telefones a Thaís Rafaela Hilger, telefone: (41) xxxxxxx, e-mail: [hilger@ufpr.br](mailto:hilger@ufpr.br). Mas há coisas boas que podem acontecer como a relevância social deste projeto em identificar possíveis falhas no processo de aprendizagem e, a partir disso, desenvolver estratégias para que os estudantes possam se aprimorar do conceito de Radioatividade. Com os resultados e discussões emergentes da pesquisa, espera-se contribuir para melhoria das aulas sobre Radioatividade nas escolas para os estudantes. Caso haja algum dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento você terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa. Não falaremos suas informações a outras pessoas de fora da nossa equipe de pesquisa. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas não será dito os nomes das pessoas que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa será informado e convidados para se fazerem presente na defesa pública de dissertação. Uma cópia da dissertação será depositada na biblioteca do local de pesquisa. Além disso, durante o processo, prevê-se a publicação de resultados e análises preliminares da pesquisa em eventos e/ou periódicos da área de Educação e/ou Ensino. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou ao/à pesquisador/a Thaís Rafaela Hilger. O telefone de contato do/a pesquisador/a está na parte de cima deste texto.

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da \_\_\_\_\_ pesquisa o ensino da Radioatividade a partir de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, que tem o/s objetivo/s abordar o uso de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino do conteúdo de Radioatividade .Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar zangado. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do/a participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do/a pesquisador/a

## APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: O ensino da Radioatividade a partir de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

Pesquisador/a responsável: Thaís Rafaela Hilger

Pesquisador/a assistente: Vitor Luiz Campese

Gonçalves de Almeida Local da Pesquisa: Colégio

Estadual Bento Munhoz da Rocha Neto Endereço: R.

Elvira B Polak, 67 - Pilarzinho, Curitiba - PR, 82100-380

Você está sendo convidado/a a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Você é livre para decidir participar e pode desistir a qualquer momento sem que isto lhe traga prejuízo algum.

A pesquisa intitulada o ensino da Radioatividade a partir de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa tem como objetivo avaliar o processo de aprendizagem significativa sobre a Radioatividade a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS);

Participando do estudo você está sendo convidado/a a: abordar o uso de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino do conteúdo de Radioatividade, uma vez que está presente em nosso cotidiano, tais como a produção de energia e na área da medicina. Destacar-se que a Radioatividade é excluída do currículo do ensino médio, pois apresenta alto grau de abstração, sendo ensinada, muitas vezes, apresentado apenas o lado negativo e de malefícios. Somado a isso, há desinteresse do estudante pela Química por considerar essa ciência pouco importante e sem significado para a sua vida. Dessa forma, faz-se necessário superar esses pretextos com novas abordagens, neste caso por meio

de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. A UEPS trará para sala de aula o alinhamento da Teoria da Aprendizagem Significativa com recursos tecnológicos de organizador gráfico (elaboração de mapas conceituais) para avaliar o processo de ensino e aprendizagem de Radioatividade.

A relevância social deste projeto está em identificar possíveis falhas no processo de aprendizagem e, a partir disso, desenvolver estratégias para que os estudantes possam se aprimorar do conceito de Radioatividade. Com os resultados e discussões emergentes da pesquisa, espera-se contribuir para melhoria das aulas sobre Radioatividade nas escolas para os estudantes.

Desconfortos e riscos: Não existem riscos relacionados à saúde dos participantes e/ou pesquisadores, não é esperado qualquer tipo de dano de integridade moral, intelectual e espiritual das pessoas envolvidas. Embora o tema da pesquisa gravite em torno da Radioatividade não haverá - em hipótese alguma - manuseio de elementos ou materiais radioativos, assim não há nenhum risco químico envolvido no estudo. Não obstante, identificamos que o principal risco dessa pesquisa seria a exclusão dos mapas conceituais armazenados no *Onedrive*. Neste sentido, o provedor do domínio, garante-se que os dados serão mantidos armazenados por cinco anos, conforme o orienta o comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os riscos mínimos à pesquisa são a quebra da cadeia de sigilo (nome dos autores) dos mapas conceituais e da guarda destes mapas bem como questões relacionadas a integridade moral (dignidade do indivíduo), intelectual (a liberdade de expressão e pensamento) e espiritual (religiosidade) das pessoas envolvidas. Caso seja identificado qualquer destes riscos mínimos será sanada pelos pesquisadores ou se não resolvíveis pelos pesquisadores a pesquisa será suspensa e informado ao comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Além disso, os participantes podem interromper a sua participação a qualquer tempo caso sintam-se desconfortáveis com a pesquisa.

Os dados obtidos para este estudo serão utilizados unicamente para essa pesquisa e armazenados pelo período de cinco anos após o término da pesquisa, sob responsabilidade do (s) pesquisador (es) responsável (is) (Resol. 466/2012 e 510/2016).

Sigilo e privacidade: Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da

equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e Indenização: Não haverá deslocamento da população investigada, assim não terá ônus financeiro aos responsáveis e nenhuma necessidade de ressarcimento ou de indenizações. Caso haja algum dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento você terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Thaís Rafaela Hilger, telefone: (41) 996558198, e-mail: [hilger@ufpr.br](mailto:hilger@ufpr.br). Endereço: Setor de Educação / Departamento e Teoria e Prática de Ensino, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Rua Rockefeller, 57 - Rebouças, Curitiba, Paraná. Brasil. CEP 80230130.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais do Setor de Ciências Humanas (CEP/CHS) da Universidade Federal do Paraná, rua General Carneiro, 460 – Edifício D. Pedro I – 11º andar, sala 1121, Curitiba – Paraná ou pelo e-mail [cep\\_chs@ufpr.br](mailto:cep_chs@ufpr.br).

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Este documento é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo/a pesquisador/a e pelo/a participante/responsável legal, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o/a pesquisador/a.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFPR sob o número CAAE nº [66148322.2.0000.0214] e aprovada com o Parecer número [5.898.937] emitido em [16/02/2023].

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter lido este documento com informações sobre a pesquisa e não tendo dúvidas informo que aceito participar.

Nome do/a participante da pesquisa:

---

---

(Assinatura do/a participante da pesquisa ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_.