

PRODUTO EDUCACIONAL



RADIOATIVIDADE

UEPS Intercedida pelas Tecnologias Digitais



**Sérgio Luiz de Oliveira
Aline Locatelli**

2023



CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

O48r Oliveira, Sérgio Luiz de
Radioatividade [recurso eletrônico] : UEPS intercedida pelas
tecnologias digitais / Sérgio Luiz de Oliveira, Aline Locatelli. –
Passo Fundo: EDIUPF, 2023.
2.12 MB ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECEM).

Inclui bibliografia.
ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <http://www.upf.br/ppgecem>.
Este material integra os estudos desenvolvidos junto
ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática (PPGECEM), na Universidade de Passo Fundo
(UPF), sob orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Tecnologia
da informação. 3. Radioatividade. 4. Aprendizagem significativa.
5. Material didático. I. Locatelli, Aline. II. Título. III. Série.

CDU: 372.854

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
ASPECTOS TEÓRICOS	6
UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	6
As Tecnologias Digitais	8
A UEPS	10
1º PASSO – Tópico Específico	10
2º PASSO – Sondagem dos Conhecimentos Prévios	11
3º PASSO – Situação Problema	13
4º PASSO – Diferenciação Progressiva.....	15
5º PASSO – Situação-Problema de Maior Complexidade	23
6º PASSO – Reconciliação Integradora.....	29
7º PASSO – Avaliação Da Aprendizagem.....	30
8º PASSO – Avaliação da UEPS.....	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
SOBRE OS AUTORES	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE A – Questões de Vestibular.....	36
APÊNDICE B – Modelo e Sugestão de Questionário	38

APRESENTAÇÃO

O **material didático** aqui apresentado consiste em um **produto educacional** elaborado e construído nas premissas de uma **UEPS** (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) com o intuito de auxiliar os **professores de Química no ensino de “Radioatividade”**, componente curricular abordado no **2º ano do Ensino Médio**, sendo mediadas pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como instrumento potencializador da aprendizagem significativa.

Este estudo foi concebido e desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática vinculado à Universidade de Passo Fundo (UPF), como parte integrante da dissertação intitulada “*O Ensino de Radioatividade por meio de uma UEPS intercedida pelas Tecnologias digitais*”, sob a orientação da Profª Dra. Aline Locatelli.

A escolha da temática foi motivada pelas constantes dificuldades apresentadas pelos estudantes do Ensino Médio em compreender os fenômenos químicos e físicos abordados, bem como, correlacioná-los ao seu dia a dia. Esse cenário corroborou na decisão de aliar os estudos às tecnologias digitais, como instrumento incentivador, visto que os recursos digitais despertam grande interesse na maioria dos estudantes, podendo, assim, fortalecer o aprendizado.

Contextualizar o ensino de Química por meio das TICs, justifica-se devido ao contexto social em que o estudante está inserido e ao avanço das tecnologias digitais que cresceram exponencialmente no novo milênio. Já não mais faz sentido não as incluir no processo pedagógico: aliar o processo ensino-aprendizagem às tecnologias se tornou preponderante e indispensável na melhoria dos processos educacionais.

Nesse cenário, a elaboração desta sequência didática foi norteadada sob as diretrizes de uma UEPS. Como resultado, esse modelo de sequência didática tem como propósito assegurar a promoção da aprendizagem significativa, visando à substancial melhoria no entendimento pelos estudantes. Isso é alcançado através da conferência de maior significado ao processo de ensino, que se caracteriza por uma organização eficaz dos conteúdos e atividades desenvolvidas (MOREIRA, 2011).

É notório que a aprendizagem se potencializa, quando ela se estrutura a partir dos conhecimentos prévios dos alunos; e para que uma aprendizagem ocorra,

significativamente, a construção do processo pedagógico deve levar em consideração o percurso já percorrido pelo discentes até então, fazendo com que o aprendizado se torne potencialmente relevante, ancorados no conhecimento prévio, o aluno seja capaz de construir o seu próprio conhecimento (MOREIRA, 2011).

Com base no exposto, acredita-se que a presente UEPS, mediada pelas tecnologias digitais, possa contribuir significativamente para o ensino de Química, bem como, fornecer aos professores um material de apoio que possa agregar uma maior eficiência no processo de ensino e aprendizagem, buscando despertar o interesse e o protagonismo do aluno na construção do conhecimento.

A UEPS foi desenvolvida em 15 períodos de 50 minutos cada, junto aos estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública, localizada na cidade de Jaru, Estado de Rondônia.

Este material foi concebido, buscando uma fácil compreensão e utilização, para que os professores de Química do Ensino Médio interessados e envolvidos no processo de ensino, possam utilizá-lo de forma livre e gratuita, no seu todo ou em partes, modificando-o e adaptando-o, se necessário, para atender a realidade de cada instituição de ensino.

ASPECTOS TEÓRICOS

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) tratam-se de um tipo de sequência didática que envolve a concepção, por parte do professor, de uma série de atividades, estratégias e intervenções. O objetivo principal é criar artifícios que facilitem uma compreensão mais aprofundada de um contexto específico por parte do aluno, estimulando um processo de aprendizagem mais envolvente. Elas auxiliam o educador na organização, planejamento e desenvolvimento do processo de aprendizagem, contribuindo consideravelmente para o processo educativo. As UEPS foram criadas e definidas por Moreira (2011), como sendo uma sequência de ensino direcionada a uma aprendizagem significativa para conceitos e tópicos específicos, onde as atividades desenvolvidas pelos estudantes estão fundamentadas na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Conseqüentemente, esse modelo de sequência didática serve para a promoção da aprendizagem significativa, buscando uma melhoria considerável do conhecimento dos alunos, dando mais significado ao processo de ensino, esquematizado em uma melhor organização dos conteúdos e atividades desenvolvidas (MOREIRA, 2011). Neste sentido, o primeiro passo é a escolha do tema, do componente curricular e dos recursos disponíveis, que devem ser de grande relevância para os estudantes, considerando em sua estrutura, a teoria da Aprendizagem Significativa.

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

1. Definir o tópico específico a ser abordado;
2. Criar/propor situações;
3. Propor situações-problemas em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno;
4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva;
5. Retomar os aspectos mais gerais;
6. Retomar as características mais relevantes do conteúdo em questão;
7. Avaliação da aprendizagem;
8. Evidências de aprendizagens significativas.

Primeiro Passo: O professor deve definir o tópico específico a ser trabalhado, caracterizando e identificando os principais aspectos que devem ser abordados, evidenciando procedimentos e relacionando-os entre si.

Segundo passo: Deve-se escolher uma situação-problema, onde os alunos possam expressar suas opiniões, viabilizando a identificação dos conhecimentos prévios, podendo serem usados questionários, discussões, mapas mentais, ou qualquer recurso pedagógico que o professor considere relevante.

Terceiro passo: É preciso preparar o conteúdo, contextualizando-o em uma situação-problema que tenha alguma relevância para os alunos e aguçe sua curiosidade. Tudo pautado no conhecimento prévio demonstrado anteriormente pelos discentes, preparando-os para o conteúdo que será colocado para que eles, em seguida, destaquem e evidenciem o tópico específico, momento em que o conteúdo deve ser apresentado de modo acessível e problematizado, não apenas como um exercício qualquer de fixação. Vale a pena ressaltar que as situações-problema devem dar sentido aos novos conhecimentos, buscando uma aprendizagem significativa, que leve o estudante a se envolver no processo de aprendizagem, sendo capaz de interagir com as propostas, assimilá-las e propor resoluções para modificá-la.

Quarto passo: Deve-se apresentar o conhecimento, levando em conta a diferenciação progressiva, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, trazendo uma visão geral do todo, e em seguida deve-se inserir os aspectos específicos. Nesse momento, podem ser feitas de várias formas: expositiva-dialogada, com atividades colaborativas em pequenos grupos, com interações e exposição ou apresentação dos alunos, guiada pela diferenciação progressiva.

Quinto passo: Faz-se necessário retomar o processo de diferenciação progressiva, que consiste em que o assunto deve ser abordado primeiramente pelas ideias mais gerais e inclusivas da disciplina e, progressivamente, diferenciadas. Em seguida, deve-se, então, introduzir detalhes específicos. Neste sentido, as situações-problema devem ser inseridas em níveis crescentes, de maior complexidade, destacando semelhanças e diferenças entre os conceitos mais específicos com

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

Sexto passo: Nessa etapa, na qual chamamos de reconciliação integradora, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas, buscando um nível maior de complexidade em relação aos anteriores. Neste instante, esse processo deve acontecer por meio de atividades diversificadas, permitindo que o estudante expresse seus conhecimentos em situações diferenciadas, evidenciando a evolução do entendimento do estudante perante o conteúdo.

Sétimo passo: Deve ocorrer a avaliação da aprendizagem dos estudantes, que poderá acontecer tanto de forma somativa, quanto de forma formativa e a avaliação do grupo de estudantes como um todo. Pode ser elaborada por meio de situações que impliquem a compreensão pelos estudantes, bem como, questões que possam evidenciar o progresso de uma aprendizagem significativa.

Oitavo passo: Estar vinculado à avaliação da UEPS. Nesse processo, deve-se averiguar se houve evidências de uma aprendizagem significativa que possa constatar um avanço progressivo e significativo do estudante, levando em conta seu progresso e desenvolvimento.

As Tecnologias Digitais

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

Considerando que uma das funções da escola é repensar e transformar suas práticas pedagógicas, adaptando-se às necessidades dos alunos, bem como rever seu papel na sociedade dominada pelas tecnologias digitais. Sendo assim, isso demanda novas habilidades e competências para gestão do conhecimento, conforme salienta Pozo (2004, p. 36):

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

Levando em consideração que os recursos tecnológicos digitais estão progressivamente mais incorporados na realidade dos alunos, Góes e Camargo (2012) descrevem a potencialidade que as TICs no trabalho docente, como facilitador no processo de ensino-aprendizagem. A principal estratégia é aproximar o conteúdo ministrado à realidade dos estudantes, tornando conteúdos abstratos, mais interessantes, favorecendo o aprendizado (GOES; CAMARGO, 2012).

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

A UEPS

1º PASSO – Tópico Específico

Para o primeiro passo para construção de uma UEPS, segundo Moreira (2011), o professor deve definir o tópico específico a ser desenvolvido, caracterizando e identificando os principais aspectos que devem ser trabalhados, evidenciando procedimentos, e relacionando-os entre si, resgatando o conhecimento prévio dos estudantes e que possam estabelecer relações com o novo conhecimento.

Para tal finalidade, foi definido como estratégia, contextualizar os processos radioativos com situações de fácil percepção no dia a dia dos alunos, abordando os conhecimentos prévios e buscando compreender qual é sua percepção em relação aos benefícios e malefícios decorrentes dos avanços tecnológicos deste ramo da ciência contemporânea. O referido conteúdo, na maioria das instituições de ensino, é trabalhado no 2º ano do Ensino Médio. No entanto, faz-se necessário trazemos algumas revisões de conceitos do ano anterior, tal como: a compreensão das partículas fundamentais do átomo, dos prótons, dos neutros e dos elétrons.

Fundamentado nisso, abordaremos o conteúdo de Radioatividade levando em consideração os conhecimentos prévios identificados na etapa anterior, relacionando-o com o contexto cultural em que estão inseridos, utilizando recursos digitais, como uso de softwares e simuladores, atividades práticas experimentais, documentários, leituras de textos e atividades em grupos. O quadro 1 mostra de maneira sucinta a estrutura da UEPS elaborada.

Quadro 1 – Sistematização da UEPS.

Passos da UEPS	Descrição Breve	P*
<i>1º Tópico específico</i>	Sistematização dos passos e planejamento das atividades	-
<i>2º - Sondagem dos conhecimentos prévios</i>	Vídeo: Heróis da humanidade – Marie Curie; sondagem dos conhecimentos através de questionário	1
<i>3º - Situação-Problema I</i>	Documentário: <i>Chernobyl: A História Completa</i> ; roda de conversa sobre crise hídrica e disponibilidade de energia.	2
<i>4º - Diferenciação progressiva</i>	Trabalhando conceitos sobre os tipos e características das emissões atômicas; utilização de software sobre decaimentos radioativos e questionário de aprendizagem.	3
<i>5º - Situação problema de maior complexidade</i>	Reportagem: Chernobyl 30 Anos; aprofundamentos dos conceitos científicos, utilização de laboratório virtual radioativo e sondagem dos conhecimentos por meio do aplicativo kahoot.	4

6º - <i>Reconciliação integradora</i>	Vídeo: A importância da medicina Nuclear; Atividade de pesquisa sobre radiofármacos.	2
7º - <i>Avaliação da aprendizagem</i>	Aplicação de um júri simulado como verificação qualitativa da aprendizagem	3
8º - <i>Avaliação do êxito da UEPS</i>	Avaliação progressiva durante o processo de aprendizagem	-

*Sugestão de tempo junto a turma: períodos de 50 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor: 2023

2º PASSO – Sondagem dos Conhecimentos Prévios

No início dos trabalhos, solicite aos estudantes que preencham um questionário utilizando a ferramenta digital “*Mentimeter*®¹”: é uma plataforma colaborativa para criar apresentações, permitindo a interação em tempo real dos participantes, por meio de enquetes, quiz, perguntas e respostas. Neste sentido, esse domínio traz a possibilidade de criar apresentações com textos, *emojis*, *gifs* e imagens, coletando respostas e opiniões dos estudantes e expondo-as em tempo real. Para isso, disponibilize a rede *wi-fi* da escola, com um roteador e senha específica para tal atividade, possibilitando alcançar os alunos em sua totalidade. Prosseguindo, utilize o recurso da plataforma chamado “*Word Clouds*®²” ou nuvens de palavras. Em seguida, peça aos alunos para que respondam com palavras únicas, associando-as aos seus conhecimentos com o tema, ou seja, o que eles entendiam ou conheciam sobre Radioatividade. Tal atividade nos permite analisar de maneira superficial o senso comum sobre determinados assuntos: quanto maior a palavra, maior a sua frequência, proporcionando que esses resultados sirvam como intermediários, ligando o conhecimento prévio à temática proposta.

Continuando os trabalhos, convide aos estudantes que assistam à biografia de *Marie Curie*³, disponibilizada em forma de desenho na plataforma do *You-tube*®, peça para que eles reflitam sobre a vida e os trabalhos abordados, e as contribuições da cientista para os avanços que a sociedade contemporânea usufrui. As Figuras 1 e 2 trazem cenas dos fragmentos do vídeo Heróis da Humanidade.

¹ *Mentimeter* é uma plataforma online para criação e compartilhamento de apresentações de slides com interatividade.

² *Word Clouds* são representações visuais de palavras que dão maior destaque às palavras que aparecem com mais frequência

³ Marie Curie disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=pFfp4mc11A0&ab_channel=Desperta

Figura 1 – Heróis da Humanidade – Marie Curie.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=pFfp4mc11A0&ab_channel=Desperta

Figura 2 - Cenas dos fragmentos de Heróis da Humanidade – Marie Curie.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=pFfp4mc11A0&ab_channel=Desperta

Após os estudantes assistirem à biografia, faça a aplicação de um questionário *online* através da plataforma “Typeform®⁴”, que é uma ferramenta interativa gratuita e

⁴ Typeform é uma plataforma que permite criar formulários digitais de maneira fácil e simples, oferecendo uma boa experiência tanto para quem cria os questionários quanto para quem responde. disponível em: <https://1s2ob03qdn1.typeform.com/to/UcLqIOYV>, acessado em 25 de jan de 2023.

que facilita a criação de questionários, com *layout* agradável e bastante intuitivo, com o objetivo do levantamento dos conhecimentos prévios, bem como àqueles que foram adquiridos por intermédio da obra assistida.

A Figura 3 elucida o recorte de umas das questões na plataforma.

Figura 3 – Print de uma pergunta do questionário elaborado na plataforma *Typeform*®.

z→ Olá, ____, Você sabe o que é Radioatividade?

A Sim

B Não

C Já Ouvir Falar

D Nunca ouvir Falar



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

Modelo e Sugestão de Questionário:

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

3º PASSO – Situação Problema

Neste momento da UEPS, deve-se inserir o conteúdo, contextualizado em uma situação problema que tenha alguma relevância para os alunos, despertando assim a sua curiosidade. Nesse sentido, peça aos alunos para assistirem ao documentário

sobre o acidente nuclear intitulado: “*Chernobyl*⁵: A História Completa” disponível na plataforma de vídeos *Youtube*[®]. Após esse momento, os alunos devem ser direcionados a uma “roda de conversa” para debaterem o acidente e o contexto histórico em que o documentário está inserido. A Figura 4 mostra um recorte do documentário que está disponível no *YouTube*[®].

Figura 4 - Recorte do documentário “*Chernobyl: A História Completa*”.



Chernobyl: A História Completa

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

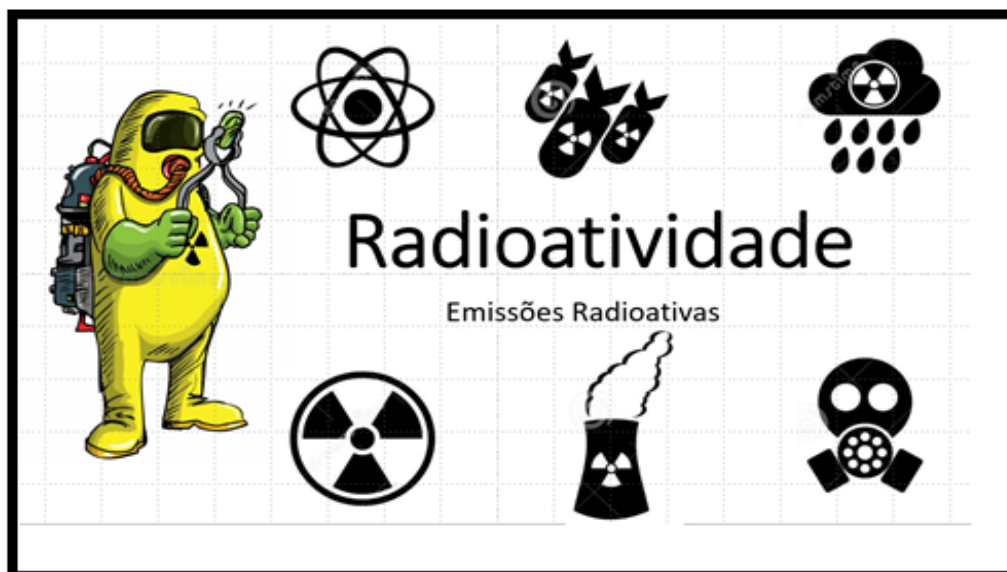
Como atividade para esse momento sugerimos para os alunos, que formem grupos com três ou quatro colegas para responderem à seguinte questão: “Os acidentes em usinas reacendem as discussões daqueles que defendem esta matriz energética para a obtenção de energia elétrica e os que são contrários? Construa argumentos que fundamentem a opinião das duas vertentes, escrevendo-as em cartolina e fazendo a apresentação para os demais alunos”.

5 Chernobyl: A história completa: disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o&ab_channel=Ci%C3%AanciaTodoDia

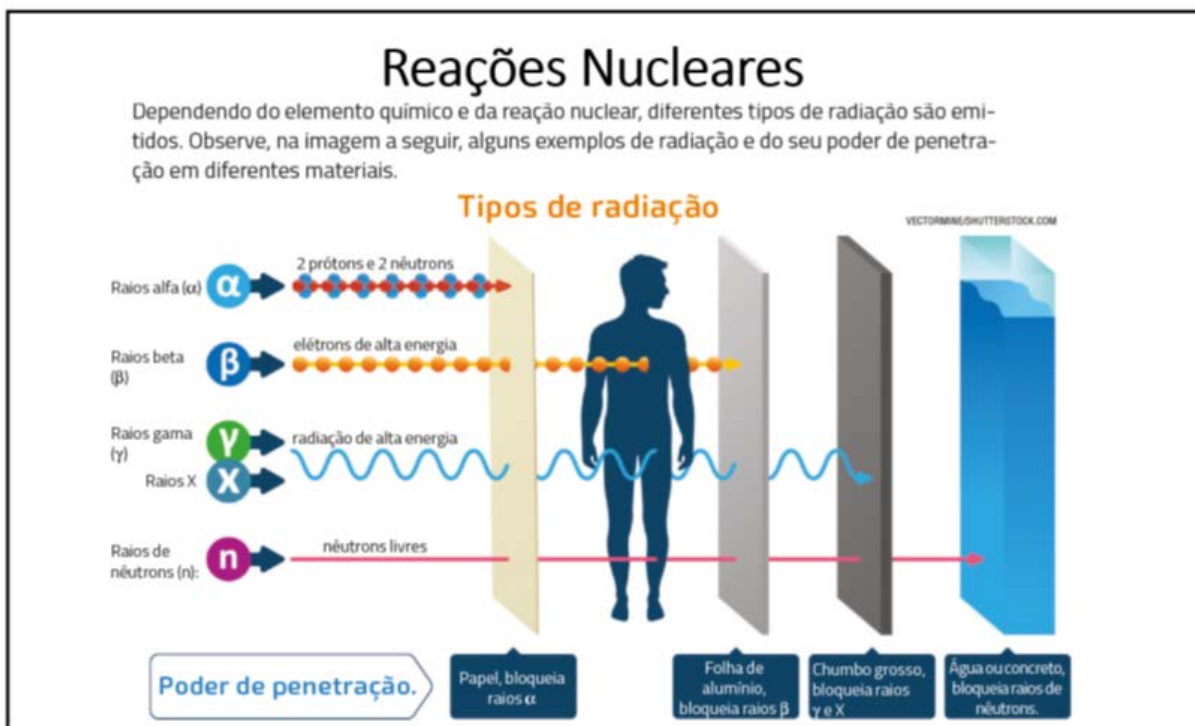
4º PASSO – Diferenciação Progressiva

Neste momento, o professor poderá trabalhar as emissões radioativas, adotando a diferenciação progressiva. Inicialmente, explore os conhecimentos prévios dos alunos, utilizando esses conhecimentos como ponto de ancoragem para apresentar uma visão geral. Posterior e gradualmente incorpore os aspectos específicos, promovendo a interação e a participação constante dos alunos, abordando as características peculiares das emissões alfa, beta e gama. Optamos, neste trabalho, por utilizar um projetor, com o objetivo de realizar uma exposição e apresentar uma aula expositiva e de forma dialogada. Os slides são baseados no livro didático adotado pela escola do corrente ano, buscando assim facilitar o acompanhamento pelos estudantes e as possíveis revisões, quando necessárias.

Slide 01: Introdução

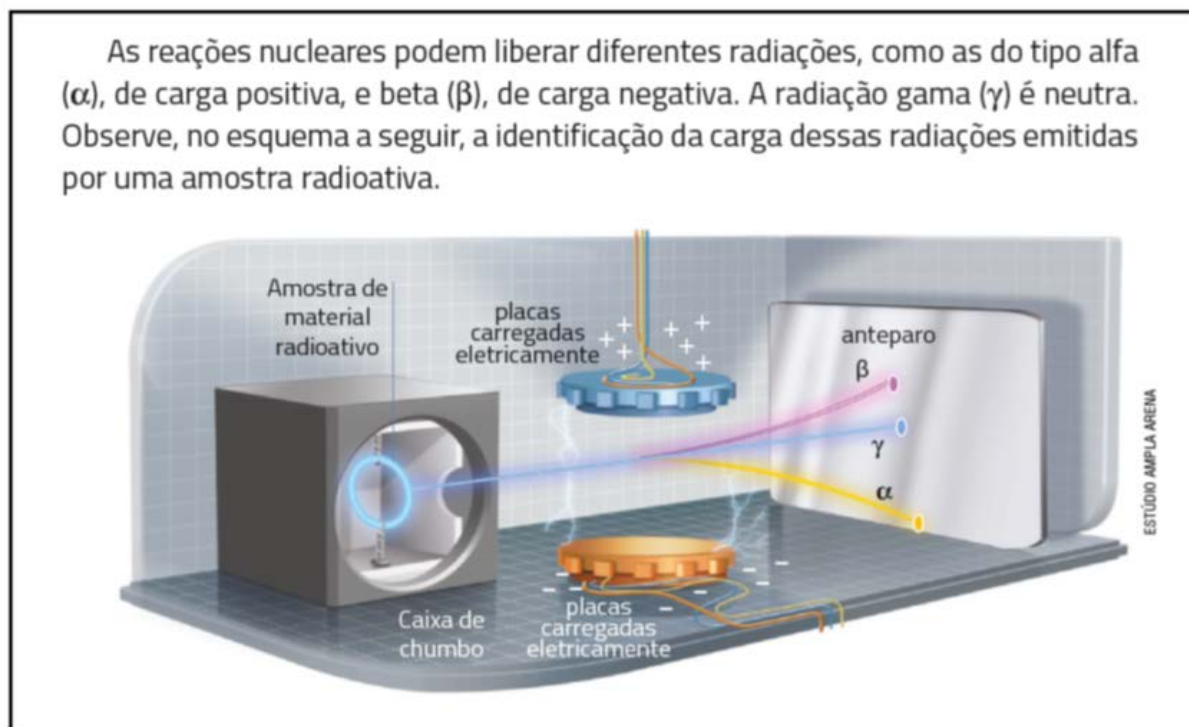


Slide 02: Tipos de Radiação



Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 101

Slide 03: Cargas das radiações



Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 102

Slide 04: Características das Emissões

As reações nucleares são representadas por equações químicas balanceadas, nas quais devem constar os números atômico e de massa, bem como a carga das emissões.

Representações das emissões na reação nuclear

$({}^4_2\alpha)$: partícula alfa com número atômico 2 e número de massa 4.

$({}^0_{-1}\beta)$: partícula beta com número atômico -1 e número de massa zero.

(γ) : radiação gama, sem número atômico e sem número de massa, pois é uma radiação eletromagnética.

Representação das partículas subatômicas

$({}^0_{-1}e)$: elétron

$({}^1_1p)$: próton

$({}^0_1n)$: nêutron

Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 102

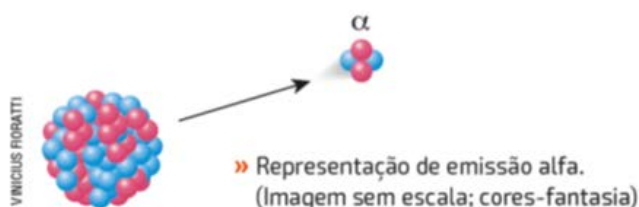
Slide 05: 1ª Lei da Radioatividade

Tipos de radioatividade

As leis da radioatividade, formuladas em 1911 pelo químico inglês Frederick Soddy (1877 - 1956), explicam a emissão de radiação a partir do núcleo de átomos instáveis.

Radiação alfa e 1ª lei da radioatividade

Observe, na figura a seguir, a representação da emissão da partícula alfa do núcleo de um átomo com elevado número de massa.



Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 102

Slide 06: Equações Radioativas

A radiação alfa é um feixe de partículas carregadas positivamente que apresenta carga +2 e número de massa 4, resultado da soma das massas de 2 prótons e 2 nêutrons. Em razão de sua massa elevada, essa partícula é de baixa penetrabilidade.

Equação genérica da emissão alfa: ${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}Y$

Exemplo: ${}^{209}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{205}_{82}\text{Pb}$

Número de massa: $209 = 4 + 205$

Número atômico: $84 = 2 + 82$

O polônio (Po), ao sofrer desintegração nuclear, emite partículas alfa, transformando-se em chumbo (Pb).

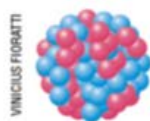
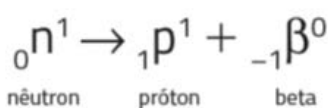
Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 103

Slide 07: 2ª Lei da Radioatividade

Radiação beta e 2ª lei da radioatividade

A radiação beta é um feixe de partículas carregadas negativamente que apresenta massa desprezível e as mesmas propriedades de um elétron.

Um nêutron, ao emitir partículas beta, deixa no núcleo um próton. Logo, cada partícula beta emitida aumenta em uma unidade o número atômico do átomo radioativo.



» Representação de emissão beta. (Imagem sem escala; cores-fantasia)

Equação genérica da emissão beta: ${}^A_ZX \rightarrow {}^0_{-1}\beta + {}^A_{Z+1}Y$

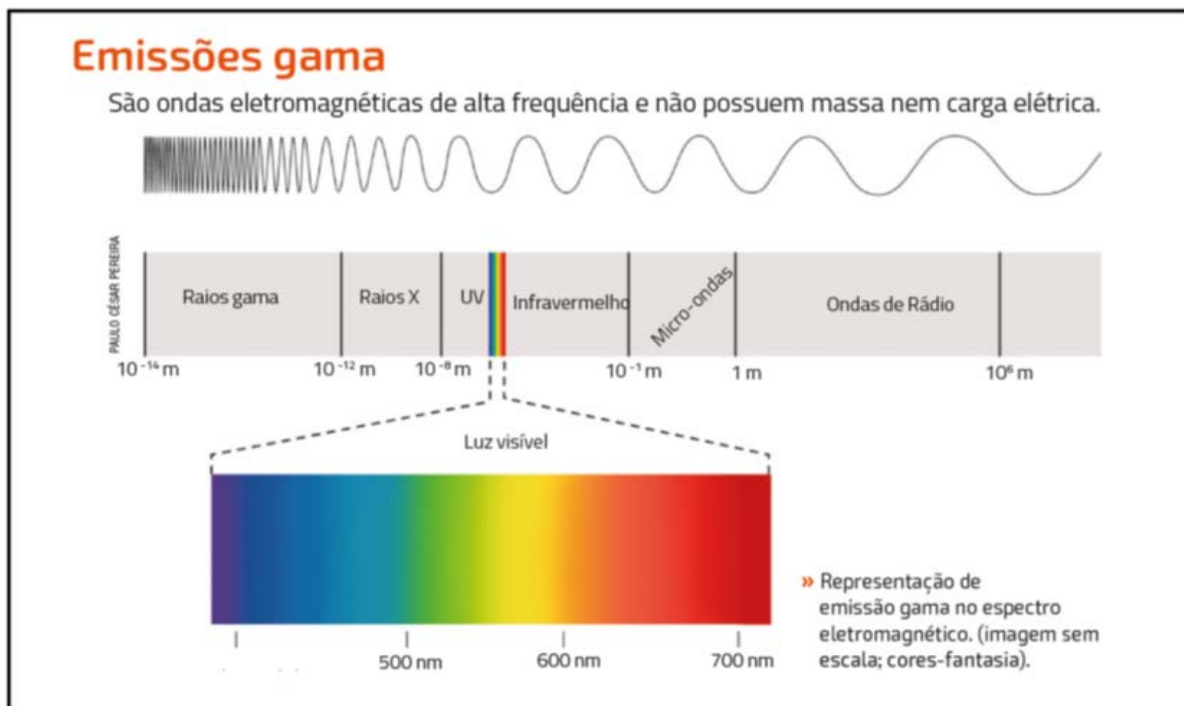
Exemplo: ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^0_{-1}\beta + {}^{238}_{93}\text{Np}$

Número de massa: $238 = 0 + 238$

Número atômico: $92 = -1 + 93$

Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 103

Slide 08: Emissões Gama



Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 104

Slide 09: Poder de Penetração Radioativa

Observe, na figura abaixo, o poder de penetração da radiação gama e de outros dois tipos de radiação.

raios γ
raios β
raios α

Papel 0,1 mm (chumbo) 10 cm (chumbo)

BENTINHO

» Tipos de radiação e penetração nos materiais. (imagem sem escala; cores-fantasia).

Por meio da análise do poder de penetração dessas três partículas, percebemos que a radiação mais energética é a gama.

Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 104

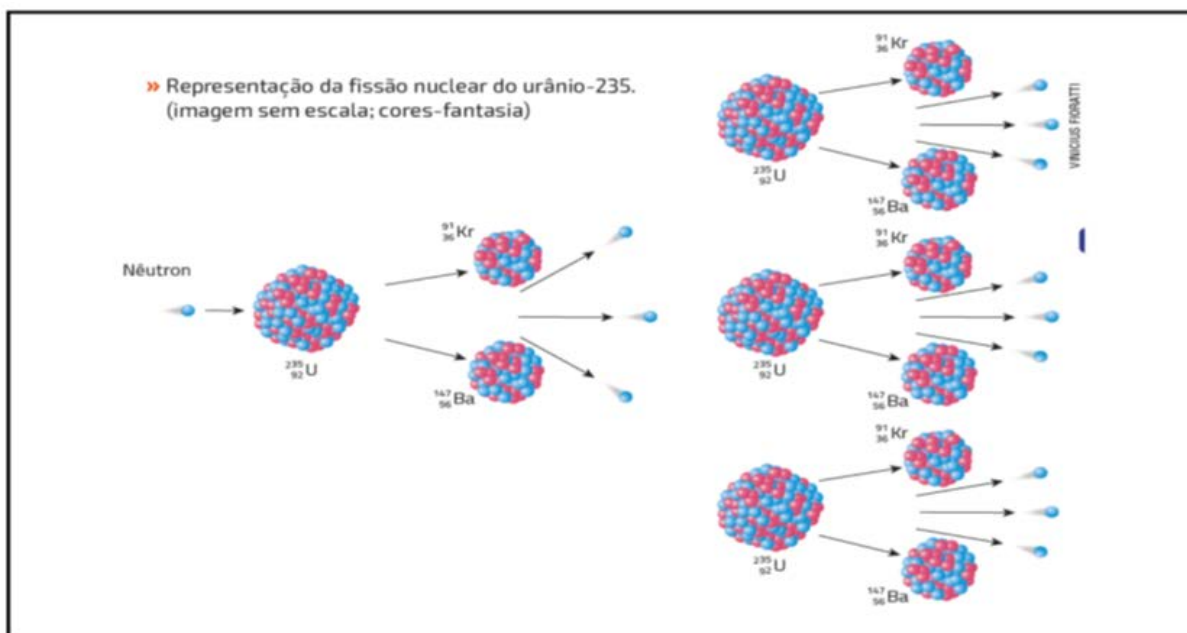
Slide 10: Fissão Nuclear

Fissão nuclear

A divisão do núcleo de um átomo pesado, como o do urânio-235, em dois menores, quando atingido por um nêutron, é denominada fissão nuclear. Essa reação ocorre em cadeia, com liberação de nêutrons de outros átomos. Observe, no exemplo a seguir, que o urânio-235, quando bombardeado por um nêutron, forma bário-142 e criptônio-91. Note que três nêutrons resultantes da primeira colisão vão bombardear outros três átomos de urânio-235, e o processo se repete. Na fissão nuclear há desprendimento de grande quantidade de energia.

Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 104

Slide 11: Reação em Cadeia



Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 105

Após ou durante a explanação do conteúdo, sugerimos a utilização de dois simuladores educacionais que tratam do decaimento alfa e decaimento beta. Esses

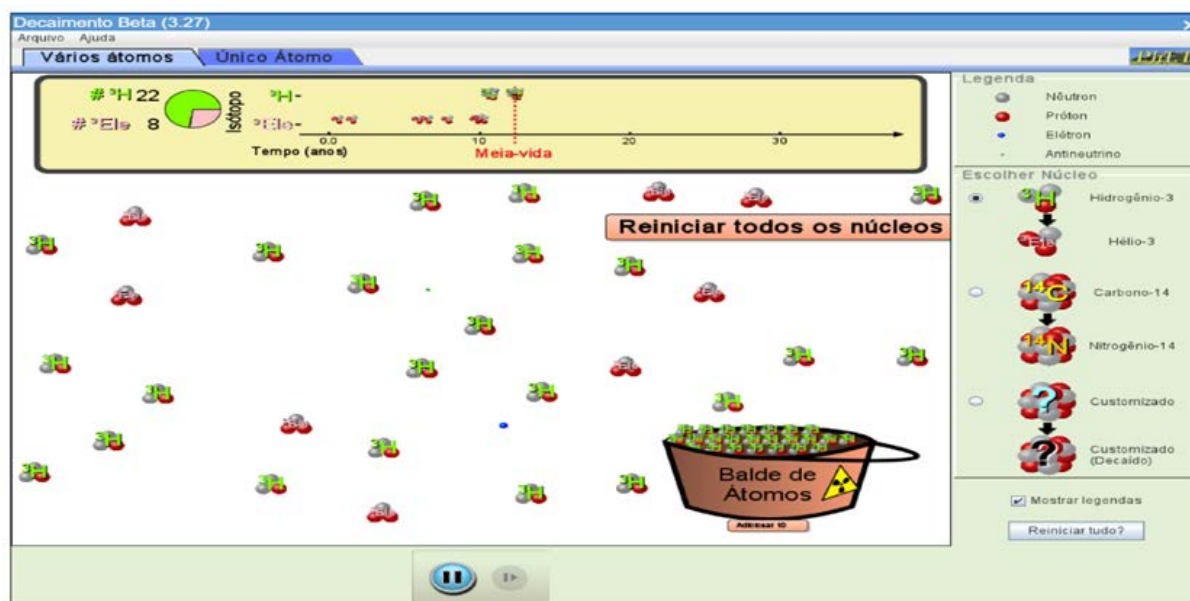
simuladores estão disponíveis gratuitamente na plataforma “PhET⁶ Interactive Simulations” é um projeto da *University of Colorado Boulder*, que traz recursos educacionais abertos, sem fins lucrativos e foi fundado no ano de 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman. O projeto cria simulações interativas de matemática e ciências. As simulações baseiam-se em extensa pesquisa em educação que envolvem os alunos por meio de um ambiente intuitivo em que os alunos aprendem mediante a exploração e a descoberta. Acessando o *link* disponibilizado, basta pesquisar os simuladores com o nome de “decaimento alfa” e “decaimento beta”. O ideal é que os alunos acessem e explorem os recursos disponíveis nos simuladores e compartilhem uns com os outros, associando os conhecimentos aprendidos aos recursos disponíveis no aplicativo, de acordo com as Figuras 5 e 6.

Figura 5 – PhET – Decaimento Alfa



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/alpha-decay

Figura 6 – PhET – Decaimento beta

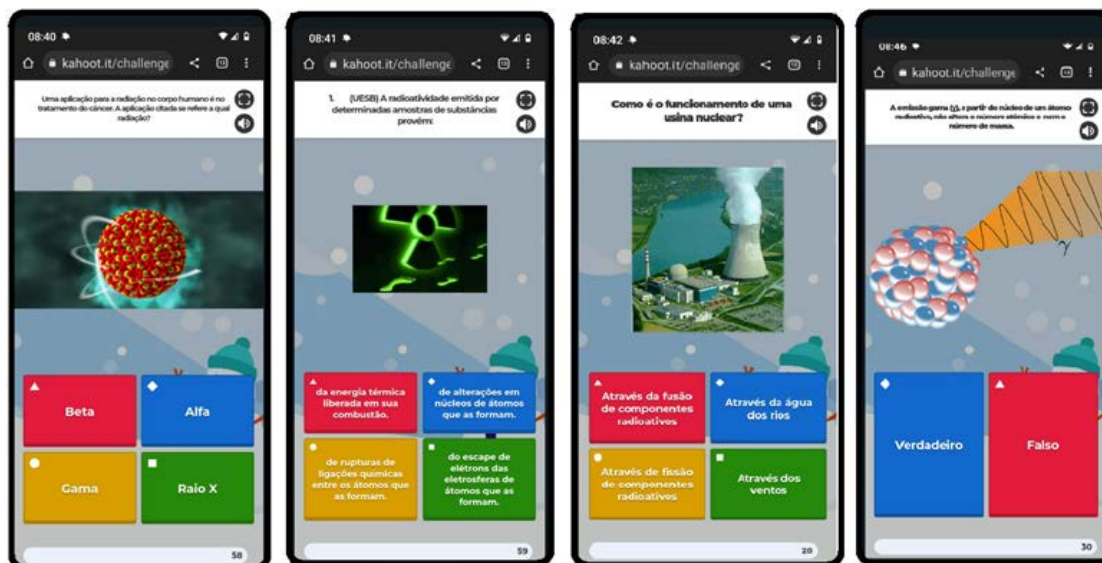


Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/beta-decay

Dando continuidade ao desenvolvimento do tema, faz-se necessário averiguar o entendimento dos estudantes com relação ao conteúdo explanado. Para tais atividades, apresentamos como sugestão a utilização do aplicativo *Kahoot*⁷ (Figura 7) em que o professor poderá acompanhar em tempo real as partes do conteúdo que obtiveram maior ou menor entendimento, podendo assim retomar esses pontos específicos e reforçá-los com a própria devolutiva do questionário. Os alunos podem baixar o aplicativo na PlayStore, ou se preferirem, podem abrir o navegador com a busca: *kahoot.it*, onde serão direcionados para a página, em que os alunos deverão inserir o código da atividade, criada e fornecida pelo professor, Toda atividade em específico fornecerá um código de oito dígitos que deverá ser fornecida aos alunos que acessarão a atividade e esperarão que todos estejam prontos para começar, e quando todos estiverem conectados o professor autorizará o começo da atividade. Após uma breve análise do gráfico gerado pelo aplicativo, o professor será capaz de identificar em qual parte do conhecimento os estudantes tiveram maior dificuldade e retomar a explicação do conteúdo.

7 Disponível em: <<https://kahoot.com/schools-u/>>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

Figura 7– Layout app Kahoot



Fonte: Kahoot.it

Para o próximo passo, sugerimos outra atividade nos mesmos moldes que são exigidos nos vestibulares. Para tal atividade, escolhemos dez questões, todas oriundas da *internet*, embasadas no conteúdo explanado anteriormente, Apêndice A.

5º PASSO – Situação-Problema de Maior Complexidade

Durante esse momento de explanação do conteúdo, torna-se essencial retomar o processo de diferenciação progressiva, Partindo de conceitos mais abrangentes do senso comum. Em ato contínuo, deve-se progredir gradualmente para a inserção de detalhes mais específicos, incluindo o conteúdo de decaimento radioativo. Sugerimos então que os alunos assistam à reportagem intitulada: "*Chernobyl 30 Anos*" que se encontra disponível gratuitamente na plataforma de vídeos *Youtube*®⁸. O documentário, além de tratar o acidente nuclear em si, aborda as emissões radioativas presentes no local e o tempo de meias-vidas das substâncias radioativas. A Figura 8 apresenta os recortes de tela do vídeo.

8 *Chernobyl 30 Anos*: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NZ1-pwXYVSM&ab_channel=CANALREDESCOBRINDO>. Acesso em: 22 de jan. 2023.

Figura 8 – Cenas de Fragmentos da Reportagem: “Chernobyl 30 Anos”.



Fonte: Youtube

Após os alunos assistirem à reportagem, o professor deverá abordar os aspectos gerais citados, promovendo uma “roda de conversa” e buscando identificar os conhecimentos empíricos e os adquiridos com a ajuda da película, no que tange à radiação e o decaimento radioativo. Consecutivamente, o docente introduzirá as partes específicas do conteúdo, abordando o decaimento radioativo e o tempo de meia vida dos isótopos, sempre fazendo uma ponte do saber do estudante com os novos conhecimentos. Para tal tarefa e com o auxílio de um *data-show*, serão exibidos [slides](#) que foram baseados no livro didático escolhido pela Escola.

Slide 12 – Meia-Vida Radioativa

Decaimento radioativo ou estudo de meia-vida

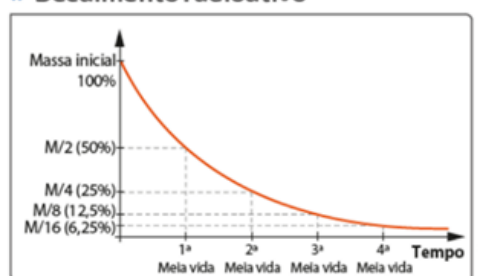
Cada elemento radioativo possui uma velocidade própria de decaimento (de desintegração). O estudo da meia-vida dos radioisótopos nos permite saber por quanto tempo determinado elemento radioativo emite suas radiações.

Meia-vida (P)

É o tempo que um elemento radioativo leva para ter sua atividade reduzida à metade de sua atividade inicial. Para cada meia-vida que passa, a atividade é reduzida à metade da anterior, até atingir um valor insignificante, que não nos permite mais distinguir suas radiações quando comparadas com as que ocorrem no ambiente. Como a relação da atividade em decaimento está diretamente ligada à sua massa em atividade, podemos também afirmar, de modo generalizado, que a meia-vida é o tempo que um radioisótopo leva para ter sua massa diminuída pela metade.

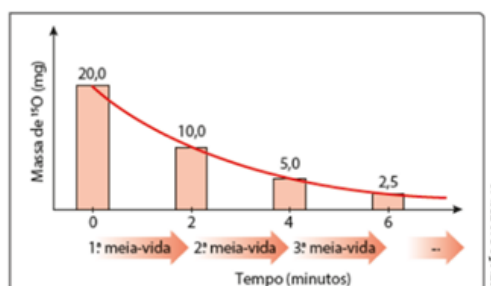
Observe, no gráfico a seguir, o decaimento do oxigênio-15, cuja meia vida é de aproximadamente 10 minutos.

» Decaimento radioativo

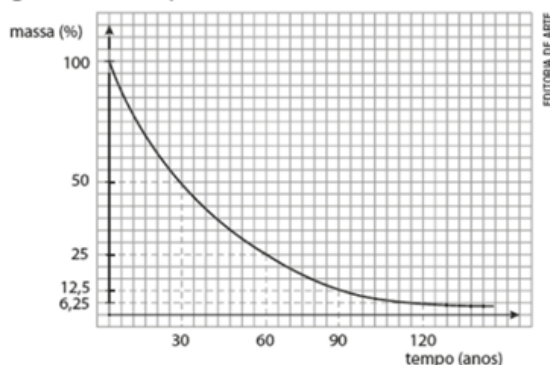


Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 106

Slide 13 – Gráfico de decaimento radioativo



O gráfico abaixo apresenta o decaimento do césio-137.



Uma amostra de 20 g de césio radioativo foi estudada em laboratório. Após 120 dias, qual massa de césio ainda está em atividade?

Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 106

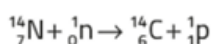
Slide 14 – Datação de Fósseis

Datação por carbono-14

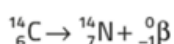
Na natureza encontramos três isótopos do carbono: carbono-12 (99%), carbono-13 (1,0%) e carbono-14 (0,000001%). Por ser radioativo, o carbono-14 é utilizado para determinar a idade de fósseis, de múmias, de objetos e materiais que contenham, principalmente, carbono.

No ambiente, a incidência dos raios cósmicos sobre o elemento nitrogênio (^{14}N) produz o carbono-14. No ciclo do carbono, esse isótopo é encontrado na atmosfera em forma de dióxido de carbono e, através da fotossíntese, ele entra no ciclo bioquímico e se distribui entre os seres vivos. Quando um animal morre, cessa a troca de carbono com o ciclo da vida e, em seu corpo, ocorre o decaimento da quantidade de carbono-14. O período de meia-vida desse isótopo é de, aproximadamente, 5.730 anos. Logo, a idade de um fóssil pode ser determinada por meio da análise das quantidades de carbono-14 e de carbono-12 encontradas em uma amostra desse material. Quanto menor for a quantidade de carbono-14 da amostra, mais antigo é o fóssil.

Formação do carbono-14 na natureza:

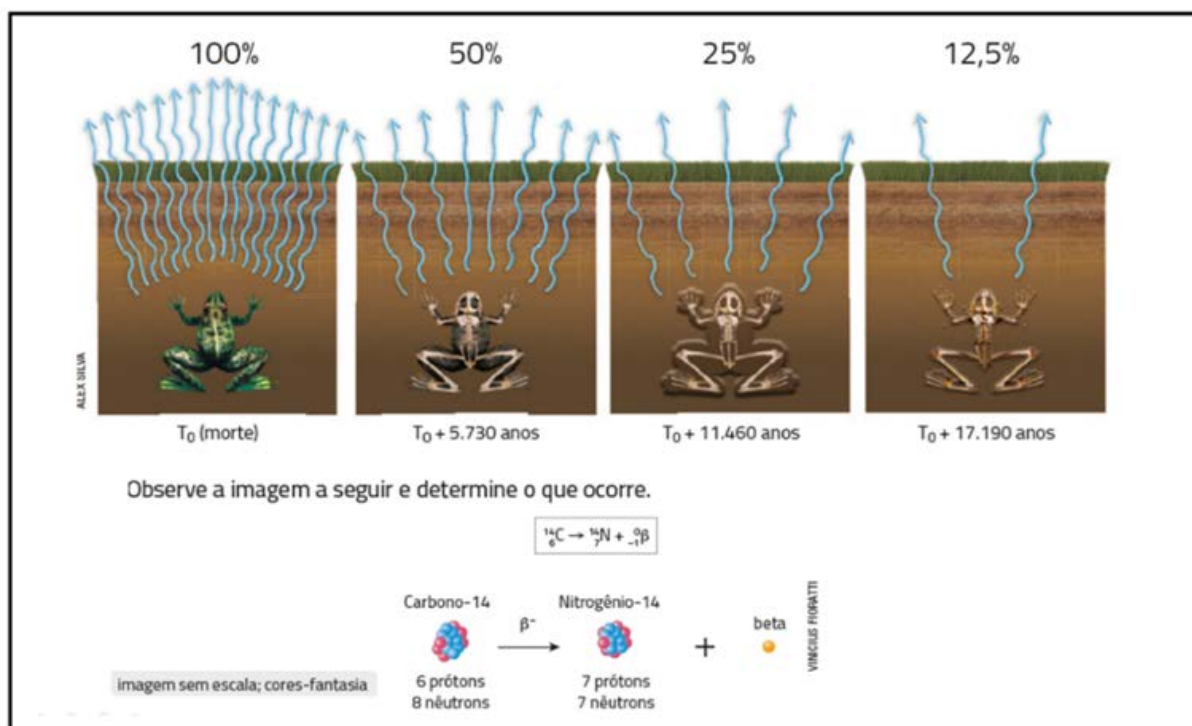


Decaimento do carbono-14 no fóssil:



Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 107

Slide 15 – Decaimento da Radiação

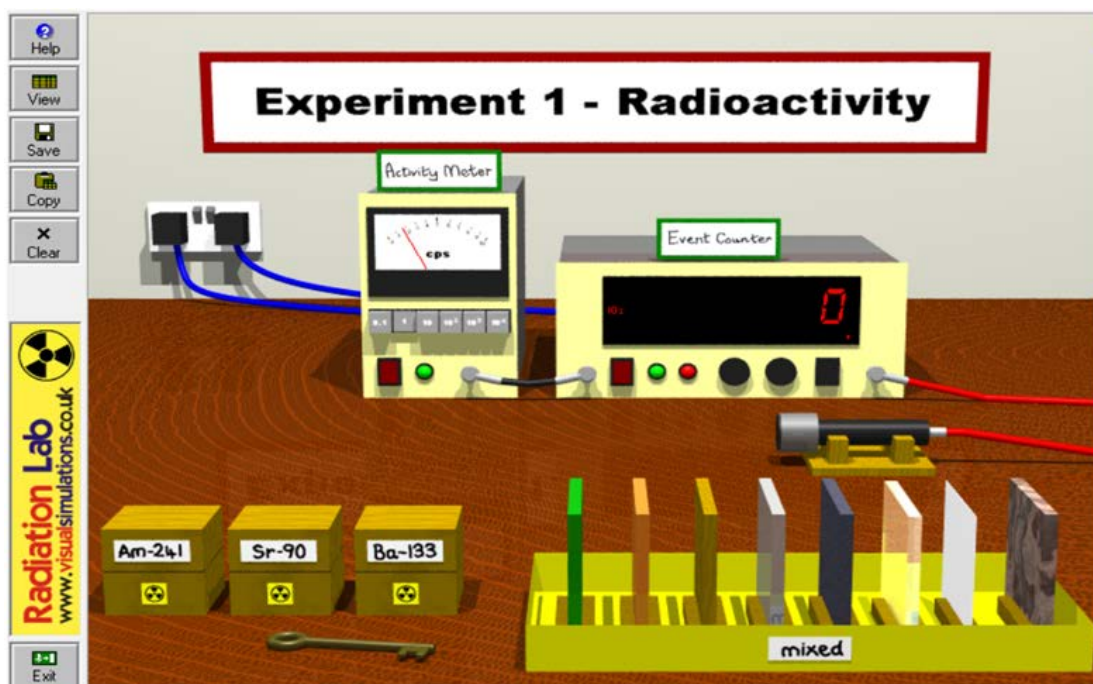


Fonte: Godoy, Dell'Agnolo, Melo, p. 107

Após esse processo, será averiguado o aprendizado dos estudantes, com a aplicação de um novo questionário, utilizando para isso novamente a plataforma *kahoot*⁹. Com o intuito de sanar qualquer falha no processo de ensino, ser for o caso, deverá se retomar as partes do conteúdo que não foram bem assimilados pelos estudantes. No apêndice A, seguem as questões utilizadas nesta etapa, como forma de sugestão, podendo serem usadas na íntegra ou em partes.

Para o fortalecimento da compreensão pelos estudantes, no que tange ao decaimento radioativo, sugerimos uma atividade no software educacional intitulado: “*Radiation Lab*”. Trata-se de um laboratório virtual, por meio do qual o aluno poderá medir a radiação emitida por alguns isótopos radioativos, com o passar do tempo. Nesse sentido, deve-se escolher um radioisótopo com o período de meia-vida bem curto. A Figura 9 mostra o layout do *Radiation Lab*[®].

Figura 9 – Print da tela de um experimento no *Radiation Lab*[®]



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

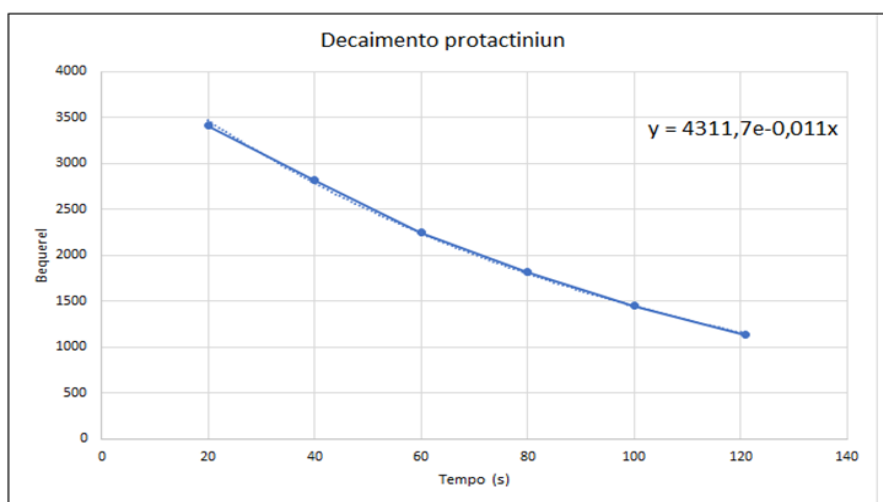
Para desenvolver a atividade, os alunos serão divididos em grupos, sendo que no primeiro momento será apresentado o simulador aos alunos, oportunizando esse

⁹ Ibid Nota 5. Acesso em 25 de jan. 2023.

momento para que eles possam explorar as funcionalidades do simulador. Em seguida, deve-se sugerir para que busquem na internet tutoriais para o manuseio do *software*. Após isso, os grupos deverão, com o auxílio do software, fazer as medições radioativas do Protactínio: ${}_{91}\text{Pa}^{234}$. Esse isótopo apresenta tempo de meia-vida bastante curto, tornando-se, assim, uma boa opção para o aprendizado de medições radioativas pelos estudantes, podendo, dessa forma, repetir várias vezes as medições em um período curto de tempo. Os estudantes deverão conversar entre si e determinar os intervalos de tempo das medições para ser utilizado no software. Consecutivamente, quando os grupos já estiverem familiarizados com o Radiation Lab^{®10}, peça a eles que façam as medições do decaimento do Protactínio (${}_{91}\text{Pa}^{234}$) em intervalos de tempos iguais, no mínimo de cinco medições. Ao finalizarem, os estudantes devem copiar os dados medidos e levá-los para uma planilha do Excel, e com a ajuda dessa ferramenta, deverão construir o gráfico de decaimento exponencial do radioisótopo e determinar o tempo de meia-vida deste elemento químico.

Durante essa etapa, todos os alunos devem se envolverem em cooperativismo, pois os discentes aprendem muito uns com os outros e, sempre com as ponderações do professor, permitindo que os grupos possam construir o seu próprio conhecimento. Ao término da atividade, quando os grupos tiverem terminado a construção dos gráficos na planilha do Excel, espera-se que tenham conseguido criar o modelo de gráfico conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Modelo do gráfico esperado



Fonte: Autor, 2023.

10 Disponível em: <<https://radiation-lab.software.informer.com/>>. Acesso em 25 de jan. 2023.

6º PASSO – Reconciliação Integradora

Nesta etapa, sugerimos que o professor apresente um vídeo que mostre os benefícios que a radioatividade trouxe à sociedade moderna. Para isso, escolhemos o vídeo “A importância da medicina Nuclear”¹¹, que trata da produção e utilização dos radioisótopos medicinais. Se preferir, o professor poderá escolher outro vídeo que aborde a mesma temática e se adapte melhor à turma que irá assistir a ele.

Figura 11: Fragmentos do Vídeo “A importância da medicina Nuclear”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs>

Após os estudantes assistirem ao vídeo, deve-se propor, como atividade, uma pesquisa em grupo sobre os principais radioisótopos e radiofármacos utilizados na química nuclear da atualidade. Esse trabalho tem como objetivo mostrar aos alunos os benefícios que a radioatividade proporcionou à humanidade, bem como criar uma “ponte” entre o conhecimento científico estudado e suas principais aplicações. Para tal tarefa, os grupos deverão preencher as principais características químicas do elemento e suas utilizações. É necessário, também, instruir os grupos sobre a

¹¹ Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs&ab_channel=DrauzioVarella>. Acesso em 27 de jan. 2023.

apresentação dos resultados da pesquisa, a qual deve estar esquematizada, seguindo o modelo da Figura 12.

Figura 12: Modelo para preenchimento da atividade de pesquisa

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

Fonte: Autor, 2023.

7º PASSO – Avaliação Da Aprendizagem

Para avaliar o desenvolvimento dos alunos e verificar se houve ou não aprendizagem significativa, sugerimos como atividade os temas referentes à crise hídrica e à crescente demanda do consumo de energia, usando para isso um documentário. E por fim, sustentando que a energia nuclear possa suprir essa demanda, deve-se dividir a turma em dois grupos: os que são a favor e os que são contra o uso da energia nuclear. Essa atividade será realizada por meio de um “Júri Simulado” para que os alunos defendam sua posição de maneira crítica e argumentativa, em que cada parte deverá estudar e apresentar conteúdos e evidências que corroborem suas argumentações.

Para organização da atividade do júri simulado, dividir-se-ão os trabalhos em três momentos:

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

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

3º Momento: júri simulado.

8º PASSO – Avaliação da UEPS

A aplicabilidade de uma UEPS deve ser sistematicamente analisada para averiguar a efetividade do cumprimento dos seus objetivos. Conseqüentemente, a proporção em que os alunos alcançam o domínio progressivo dos conteúdos desenvolvidos nas atividades da sequência didática proposta, pode-se concluir que a UEPS atingiu seus objetivos e obteve êxito. Neste sentido, para averiguar a efetividade da UEPS em questão, usaremos como instrumento reflexivo para o professor a utilização do “diário de bordo”.

O ato de escrever seus registros em um diário de bordo, traz ao professor a reflexão que permite compreender os critérios que são relevantes no processo de ensino.

A análise dos diários de professor proporciona a ele compreender a funcionalidade desse instrumento e qual o tipo de acontecimentos selecionado é mais dinâmico e relevante em sua própria experiência profissional (ZABALZA, 1994).

Neste sentido, o diário de bordo servirá como instrumento de avaliação e reflexão no olhar do professor, catalogando os momentos que considerou mais relevantes no processo de ensino, ao mesmo tempo em que aprecia possíveis pontos de atenção para a busca de melhorias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo originou-se a partir da constatação da dificuldade enfrentada tanto pelos professores quanto pelos alunos em conectarem os conceitos químicos à sua realidade cotidiana e da necessidade de superar a abordagem convencional das aulas, convertendo-as em aulas mais participativas. Reconhecendo que o engajamento ativo dos estudantes é fundamental para o aprendizado, a intenção foi criar um ambiente que tornasse os conceitos químicos mais acessíveis e relevantes, promovendo uma aprendizagem duradoura.

Com relação ao tema escolhido – radioatividade, a decisão se fundamenta na capacidade desse assunto despertar o interesse dos alunos, oferecendo uma abordagem que torna o ensino de química mais acessível e envolvente. Ao incorporar exemplos concretos, como aplicações em medicina, geração de energia nuclear e impactos ambientais, o estudo da radioatividade adquire uma dimensão tangível e conecta-se mais diretamente com a realidade dos alunos.

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

No que se refere as TICs, elas desempenharam um papel fundamental no aprimoramento do processo de ensino. A incorporação dessas tecnologias enriqueceu as práticas pedagógicas, criando um ambiente de aprendizagem dinâmico e acessível. A introdução de simuladores permitiu uma visualização prática dos fenômenos químicos, proporcionando uma compreensão mais tangível e interativa dos tópicos abordados. Recursos audiovisuais, como vídeos e documentários, trouxeram uma dimensão adicional ao aprendizado e a competição saudável estimulada pela plataforma *Kahoot®* promoveu a participação ativa dos alunos por meio de desafios interativos, enquanto questionários virtuais facilitaram a avaliação contínua. Ao empregar esses elementos, as TICs diversificaram as abordagens de

ensino, contribuindo para o aprimoramento da compreensão dos conteúdos, o envolvimento dos alunos e o estímulo ao pensamento crítico.

Avalia-se que a proposta obteve êxito em sua execução, pois viabilizou a identificação dos conceitos fundamentais presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Como consequência, os alunos demonstraram interesse e motivação durante a realização das atividades propostas. Além disso, ao examinar os dados produzidos, observou-se um evidente progresso substancial na aprendizagem. Os resultados refletem uma compreensão mais profunda e significativa por parte dos alunos, indicando que os conceitos foram internalizados e conectados de maneira coerente dentro de seus conhecimentos prévios.

SOBRE OS AUTORES

Sérgio Luiz de Oliveira

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo. Graduado em Ciências Biológicas. Graduado em Química e Pós-Graduado em Metodologia do Ensino Superior. Professor em Regime Estatutário da Educação Básica do Estado de Rondônia. Professor permanente no Curso de Farmácia na FIMCA-Faculdade Integradas Aparício de Carvalho, atuando como Docente nas Disciplinas de Físico-Química, Química Analítica, Fundamentos de Química, Química Orgânica e Química Medicinal.

Currículo Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/4472040727582435>>

E-mail: serjao.luiz.prof@gmail.com

Aline Locatelli

Doutora em Química. Professora Permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. Orientadora de Mestrado e Doutorado. Pesquisadora nas áreas de Química Inorgânica, Ensino de Ciências, Educação Química e Educação Ambiental, particularmente nas temáticas: Abordagem CTS, Interdisciplinaridade, Alfabetização Científica e Aprendizagem Significativa.

Currículo Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/5425680222818463>>

E-mail: alinelocatelli@upf.br

REFERÊNCIAS

GODOY, Leandro Pereira de; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney Candido de. **Multiversos**: Ciências da Natureza: Tecnologia e Cidadania: Ensino Médio. 1.ed., São Paulo. FTD, 2020.

GÓES, Fernanda dos Santos Nogueira de; CÔRREA, Adriana Katia; CAMARGO, Rosângela Andrade Aukar de; HARA, Cristina Yuri Nakata. Necessidades de aprendizagem de alunos da Educação Profissional de Nível Técnico em Enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 68, n. 1, p. 20-25, jan/fev 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Gen, 2011.

POZO, Juan Ignacio. A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. **Revista Pátio**, Ano 8, p. 33-36, Ago/Out 2004.

ZABALZA, Miguel Ángel. **Diários de Aula**. contributos para o estudo dos dilemas práticos dos professores. Portugal: Porto Editora, 1994.

APÊNDICE A – Questões de Vestibular

Radioatividade

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

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

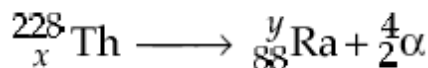
02 (CESGRANRIO-RJ) Após algumas desintegrações sucessivas, o ${}_{90}\text{Th}^{232}$, muito encontrado na orla marítima de Guarapari (ES), se transforma no ${}_{82}\text{Pb}^{208}$. O número de partículas emitidas nessa transformação foi, respectivamente, de:

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

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

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

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



valores de x e y são, respectivamente:

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

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

06 (ITA-SP) Considere as seguintes afirmações:

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

Das afirmações feitas, estão CORRETAS:

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

- d) apenas II e III.
e) apenas II e IV.

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

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

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

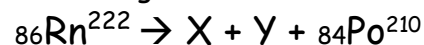
09 (UFRJ-RJ) Em 1940, McMillan e Seaborg produziram os primeiros elementos transurânicos conhecidos, através do bombardeio de um átomo de

${}_{92}\text{U}^{238}$ com uma partícula X, produzindo um isótopo desse elemento. O isótopo produzido por McMillan e Seaborg apresentou decaimento, emitindo uma partícula Y equivalente ao núcleo do hélio.

a) Identifique a partícula X utilizada pelos cientistas e escreva a equação de formação do isótopo.

b) Dê o nome e calcule o número de nêutrons do elemento resultante do decaimento do isótopo do Urânio.

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



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

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

APÊNDICE B – Modelo e Sugestão de Questionário

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

2. Se tivermos 12 gramas de césio-137, sabendo que o tempo de meia-vida exige 30 anos, quanto tempo sobraria 0,75 gramas desta amostra?
 - a) 150 anos
 - b) 125 anos
 - c) 120 anos
 - d) 90 anos

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

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

5. Qual das seguintes profissões utiliza a função exponencial de meia-vida para datar a idade de suas descobertas?
 - a) Arqueólogo e Médico
 - b) Astronauta e Médico
 - c) Paleontólogo e Geólogo
 - d) Arqueólogo e ator

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

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

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

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

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

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