



Radioatividade no Ensino Médio

Abordagens Didáticas para
Professores de Química

Caroline Ketlyn Martins da Silva
Gahelyka Agha Pantano Souza

Rio Branco/Acre
Março de 2026



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S586r Silva, Caroline Ketlyn Martins da, 1995 -

Radioatividade no ensino médio abordagens didáticas para professores de química / Caroline Ketlyn Martins da Silva; orientadora: Profa. Dra. Gahelyka Agha Pantano Souza. – 2026. 37 f. : il.

Produto educacional (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM). Rio Branco, 2026.

Inclui referências bibliográficas.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Radioatividade. 3. Práticas pedagógicas. I. Souza, Gahelyka Agha Pantano (orientador). II. Título.

CDD: 510.7

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11º/1003.



CARO PROFESSOR E PROFESSORA,

Este Guia Didático é o resultado de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-graduação Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM), da Universidade Federal do Acre (UFAC). Trata-se de um produto educacional que busca alinhar atividades e recursos aplicáveis ao ensino de conceitos relacionados a Radioatividade em aulas de Química. Seu objetivo é o de capacitar professores de Química do Ensino Médio a abordarem o tema radioatividade de forma clara, segura e engajadora. A radioatividade é um fenômeno que tem impactado o meio ambiente, e compreender suas origens, tipos e efeitos é fundamental para qualquer estudante de Química. Quando explicamos aos alunos que as mesmas fontes energéticas que possibilitam tratamentos médicos avançados como a radioterapia, capaz de destruir células cancerígenas com precisão, são as mesmas que estiveram por trás de eventos históricos trágicos como as explosões de bombas atômicas, estamos fazendo muito mais do que transmitir conteúdo científico. Estamos abrindo espaço para uma reflexão profunda sobre o papel da ciência na sociedade. O verdadeiro objetivo pedagógico desta abordagem é desenvolver nos estudantes uma compreensão crítica de que o conhecimento científico em si é neutro o que determina seu impacto são as intenções e decisões humanas por trás de seu uso. Neste contexto, é com satisfação que disponibilizo para você, professor, um Guia Didático elaborado por mim, professora de Química da rede estadual de Rio Branco/Acre, que tem como proposta lhe auxiliar no ensino de conceitos e conhecimentos sobre a Radioatividade em sala, propondo ideias, ferramentas e uma alternativa de sequência didática ao final para que você possa, de acordo com a sua necessidade inserir as atividades propostas em sua prática pedagógica.

Por que ensinar radioatividade só com fórmulas, se podemos mostrar como ela está no celular, no tratamento do câncer e até no sol?



CONHECENDO ESTE MÓDULO:

SAIBA MAIS



Parte teórica sobre o conteúdo de forma mais direta. Serão usadas algumas referências de livros da área da Química, como: Química – a Ciência Central, de Brown (2005), livro didático da editora Saraiva – Química (2024).



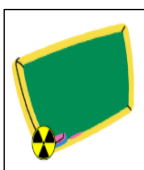
CURIOSIDADES

Opções de reportagens, animações, filmes e episódios específicos de alguns seriados relacionados ao nosso tema. Também haverá links de apoio com materiais que podem ajudar.



ATIVIDADE PRÁTICA

Proposta de experimento que poderá ser realizado em aula, utilizando materiais de baixo custo.



PROPOSTAS DE ATIVIDADES

Propostas de como o professor poderá avaliar seus alunos, usando diversas ferramentas e metodologias, além de atividades que poderão ser utilizadas em suas aulas.



OPÇÕES ALTERNATIVAS

Alternativas para as propostas de atividades caso queira realizar.



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ao final do guia, haverá uma proposta de sequência didática pronta, relacionando os três capítulos deste guia, caso queira usar em sua aula.



SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 – ENERGIA NUCLEAR..... | 5 |
| 1.1 Núcleo Atômico | 5 |
| 1.2 Energia Nuclear..... | 9 |
| CAPÍTULO 2 - RADIOAÇÃO IONIZANTE E NÃO IONIZANTE..... | 14 |
| 2.1 Radiação Ionizante | 15 |
| 2.2 Radiação não ionizante | 16 |
| CAPÍTULO 3 - EFEITOS DA RADIOATIVIDADE NO MEIO AMBIENTE..... | 18 |
| CAPÍTULO 4 - PROPOSTAS DE ATIVIDADES..... | 23 |
| CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA..... | 34 |
| REFERÊNCIAS..... | 37 |

CAPÍTULO 1 – ENERGIA NUCLEAR

Este capítulo vai apresentar a sucessão dos modelos atômicos, desde as primeiras teorias de Dalton até o moderno modelo quântico, mostrando como cada avanço científico ampliou nossa compreensão da matéria. Abordaremos a descoberta revolucionária da radioatividade por Marie Curie, que revelou a natureza dinâmica do núcleo atômico e seus processos de decaimento.

A radioatividade é um fenômeno natural pelo qual núcleos atômicos instáveis liberam energia na forma de radiação. Esse processo de decaimento radioativo resulta na emissão de diferentes tipos de partículas e radiação eletromagnética. Por isso, a química nuclear é um ramo fascinante da ciência que estuda as reações e propriedades dos núcleos atômicos. Mas para entendermos como essas partículas funcionam, primeiro temos que lembrar a definição e o que acontece dentro de um átomo.

1.1 Núcleo Atômico

Para entendermos como uma explosão ou até mesmo uma exposição à radiação acontece, vamos primeiro descrever onde começa toda essa reação, que é no núcleo de um átomo.

O núcleo de um átomo é composto por prótons (carga positiva) e nêutrons (sem carga), mantidos juntos pela força nuclear forte. A estabilidade nuclear depende do equilíbrio entre essas partículas. Quando há um excesso de prótons ou nêutrons, o núcleo torna-se instável, levando ao decaimento radioativo.

A compreensão da estrutura do átomo foi sendo construída ao longo dos séculos, passando por diversas teorias e experimentos que revolucionaram a ciência. Cada modelo atômico representou um avanço no entendimento da matéria, influenciando não apenas a Química e a Física, mas também a tecnologia e a medicina.

Das figuras de 1 até 5, vemos como a definição do átomo teve mudanças ao longo dos anos. John Dalton (1803) propôs que toda matéria era composta por átomos indivisíveis e indestrutíveis, sem estrutura interna (Figura 1). Seus principais postulados eram que os

Figura 1: Modelo Atômico de Dalton



átomos são partículas fundamentais, ou seja, não podem ser criados, divididos ou destruídos; os átomos de um mesmo elemento são idênticos – Possuem mesma massa e propriedades; átomos de elementos diferentes combinam-se em proporções fixas – Formam compostos definidos (Lei das Proporções Múltiplas); e reações químicas são rearranjos de átomos – Nenhum átomo é criado ou destruído.

J.J. Thomson (1897) descobriu o elétron (partícula negativa) e propôs que o átomo era uma esfera positiva com elétrons incrustados, como passas em um pudim (Figura 2). Para chegar a essa conclusão, Thomson realizou um experimento usando um tubo de raios catódicos e observou que esses raios eram desviados por campos elétricos e magnéticos, provando a existência de partículas negativas (elétrons). Seu modelo atômico colocava o átomo como uma esfera maciça de carga positiva, e os elétrons (negativos) estavam distribuídos uniformemente, mantendo a neutralidade. No entanto, este modelo apresentou algumas limitações, como não explicar como os elétrons não colidiam com a parte positiva, e não previa a existência do núcleo.

Figura 2: Modelo Atômico de Thomson



Fonte: Aula rápida sobre desenvolvimento de modelos atômicos. YouTube, 2024.

Figura 3: Modelo Atômico de Rutherford



Fonte: Aula rápida sobre desenvolvimento de modelos atômicos. YouTube, 2024.

Ernest Rutherford (1911), com seu experimento da lâmina de ouro que foi bombardeada com partículas alfa (α), descobriu que o átomo era majoritariamente vazio, com um núcleo denso e positivo, cercado por elétrons em movimento. A maioria das ondas passou direto (espaço vazio), mas algumas foram repelidas (núcleo positivo). Com isso ele concluiu que o átomo tem um núcleo pequeno e denso (onde está a massa e a carga positiva), os elétrons orbitam ao redor do núcleo (como planetas ao redor do Sol) e o átomo é majoritariamente vazio (Figura 3).

Niels Bohr (1913) propôs que os elétrons giram em órbitas fixas (níveis de energia) ao redor do núcleo, sem emitir radiação. Com isso ele construiu princípios onde

Figura 4: Modelo Atômico de Bohr



Fonte: Aula rápida sobre desenvolvimento de modelos atômicos. YouTube, 2024.

os elétrons ocupam órbitas estáveis (sem perder energia), os saltos entre órbitas emitem/absorvem energia (fótons de luz) e cada órbita tem um nível de energia quantizado (Figura 4).

Schrödinger e Heisenberg (1926) introduziram a Mecânica Quântica, descrevendo os elétrons como ondas de probabilidade (orbitais), não como partículas em trajetórias fixas. Seus principais conceitos foram o de Orbitais – Regiões onde há maior probabilidade de encontrar um elétron, Números quânticos – Descrevem a energia, forma e orientação dos orbitais e o

Princípio da Incerteza (Heisenberg) – É impossível saber exatamente a posição e velocidade de um elétron ao mesmo tempo (Figura 5).

Fonte: Aula rápida sobre desenvolvimento de modelos atômicos. YouTube, 2024.

Atualmente o modelo atômico mais recente é o Modelo Atômico de Schrödinger Quântico, que se baseia na Mecânica Quântica para descrever o comportamento dos elétrons nos átomos.

Diferente dos modelos anteriores, que imaginavam os elétrons como pequenas partículas circulando em órbitas fixas, esse modelo considera os elétrons como ondas de probabilidade que ocupam regiões chamadas orbitais. Alguns cientistas contribuíram para a ideia proposta do modelo, como Erwin

Figura 5: Schrödinger e Heisenberg

Fonte: Universo Paralelo, 2024.



Schrödinger (1926-1961), e Werner Heisenberg (1901-1976), representados na figura 5. Eles ajudaram a moldar a visão moderna do átomo, substituindo o modelo de Bohr por uma abordagem baseada na probabilidade e na mecânica quântica, conforme a figura 7.

Observa-se, a partir destas representações, que o modelo atômico evoluiu historicamente conforme desafios conceituais e experimentais foram surgindo. Cada avanço se deu pela necessidade de superar limitações das propostas anteriores, resultando na formulação de novos paradigmas que aprimoraram a compreensão das estruturas atômicas.



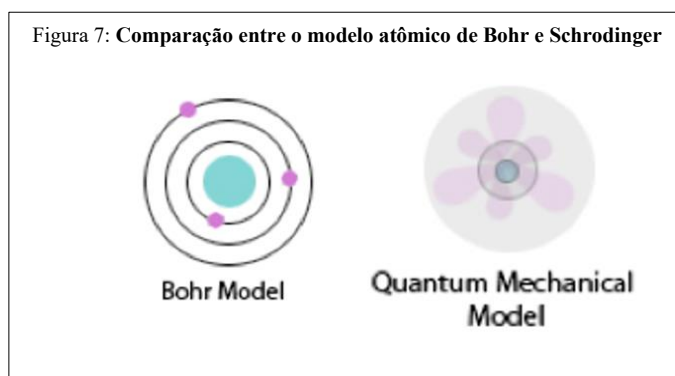
Professor, na plataforma Netflix contém um filme sobre a vida de Marie Curie, chamado de **Radioactive (2015)**, com a capa representada na figura 6. uma oportunidade para os alunos conhecerem um pouco da história.

Figura 6: Capa da série Radioactive



Fonte: Netflix (2015)

Figura 7: Comparação entre o modelo atômico de Bohr e Schrodinger



Fonte: SCHRODINGERS ATOMIC MODEL. Evaluation of Theory.

Cada novo modelo atômico surgiu como uma tentativa de explicar as observações experimentais de forma mais precisa e completa. Percebe-se então que os modelos atômicos foram se desenvolvendo ao longo do tempo para tentar explicar a estrutura da matéria e resolver dúvidas que surgiam com novas descobertas científicas.

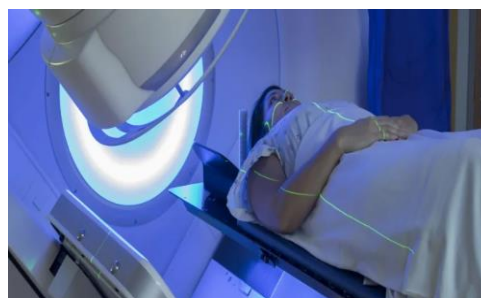
No decorrer da história, os cientistas acreditavam que o núcleo seria uma região estável para todos os elementos químicos. No final do século XIX, os cientistas já sabiam que os átomos continham elétrons (Thomson) e um núcleo positivo (Rutherford). Mas ninguém imaginava que o próprio núcleo poderia ser instável e emitir radiação.

Em 1896, o físico francês Henri Becquerel descobriu acidentalmente que sais de urânio emitiam raios que impressionavam chapas fotográficas, mesmo no escuro. Ele chamou esse fenômeno de "radiação urânica", mas não investigou a fundo.

Mas foi a descoberta da radioatividade por Marie Curie que revelou que o núcleo atômico não era estático, ou seja, ele podia se transformar, liberando energia de formas nunca imaginadas. Marie Curie (1867-1934), ao realizar seus estudos e pesquisas, percebeu que alguns núcleos atômicos tendem a se desintegrar, emitindo partículas e/ou energia em forma de radiação. E essa desintegração que acontece é um processo espontâneo que ocorre até que o núcleo possa atingir a estabilidade novamente.

A trajetória de Marie Curie foi marcada por descobertas revolucionárias que transformaram tanto a ciência fundamental quanto suas aplicações práticas. Suas pesquisas revelaram novos elementos químicos como o Polônio (Po) e o Rádium (Ra), os quais provaram que a radioatividade era uma propriedade atômica intrínseca, não apenas do urânio. Nas aplicações práticas podemos citar a área da Medicina, onde o elemento rádio foi usado no tratamento de tumores, chamado de radioterapia (Figura 8), revolucionando a oncologia, inclusive, a leucemia que levou Marie Curie à morte foi por conta de toda a exposição à radiação a que foi submetida durante sua carreira. Durante a Primeira Guerra Mundial, Marie também desenvolveu unidades móveis de raios-X para diagnosticar fraturas em soldados, salvando incontáveis vidas. Já voltando os olhares para produção de energia, seus estudos sobre decaimento radioativo pavimentaram o caminho para a fissão nuclear, usada hoje em usinas de energia e medicina nuclear.

Figura 8: Representação do processo de fissão e fusão



Fonte: CNN, 2023.



1.2 Energia Nuclear

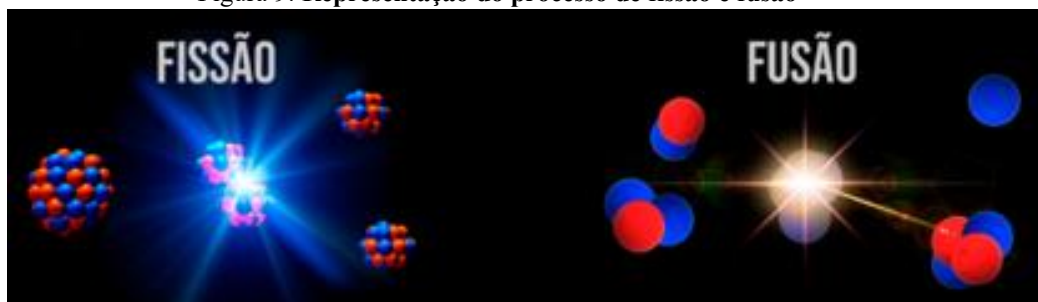
De acordo com Brown (2005), as reações nucleares são usadas em diversas áreas, como a geração de energia, mas também para criação de armas de destruição em massa. Além disso, as emissões radioativas estão mais perto do ser humano como se pensa.

A energia nuclear é amplamente reconhecida como um potencial fonte de energia limpa, capaz de fornecer grandes quantidades de eletricidade com emissões mínimas de gases de efeito estufa.

Conforme destacado por Brown (2005), as reações nucleares possuem aplicações ambivalentes na sociedade moderna. Por um lado, representam uma fonte energética limpa e eficiente, capaz de suprir demandas elétricas sem emitir gases estufa significativos. Por outro, seu potencial destrutivo quando aplicado em armamentos revela a dualidade característica do conhecimento científico.

Essa energia nuclear é liberada principalmente através de dois processos fundamentais: Fissão e Fusão, representados graficamente pela figura abaixo (Figura 9).

Figura 9: Representação do processo de fissão e fusão



Fonte: Jovem Cientista. 2023.

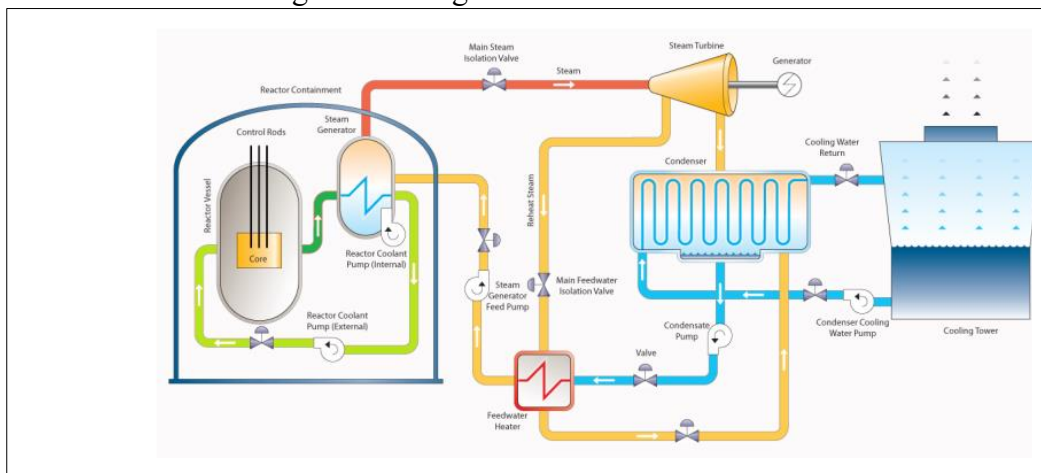
De acordo com demonstração da imagem, a fissão e a fusão nuclear são reações que podem acontecer com os núcleos de alguns átomos. A fissão nuclear, amplamente utilizada em diversos países, permite a geração de eletricidade pela divisão de núcleos atômicos pesados, um processo que libera grandes quantidades de energia (Rodrigues; Prestes; Silva; 2024). Já a fusão nuclear é o processo inverso, onde um núcleo, ao receber um bombardeamento de nêutrons, libera uma imensa quantidade de energia, maior que a emitida em uma reação do tipo fissão nuclear (Cintra, 2023). Estima-se que a fusão nuclear produz dez vezes mais energia do que consumiu, isto é, a cada 1 unidade de energia consumida é produzida 10 unidades. A principal diferença entre ambos reside não

apenas nos processos físicos envolvidos, mas também em seu potencial energético e aplicabilidade tecnológica. Enquanto a fissão já é dominada e utilizada comercialmente, a fusão nuclear permanece como um desafio científico-tecnológico, prometendo energia praticamente ilimitada e mais segura quando plenamente controlada, já que o único lugar conhecido que a fusão acontece é o nosso sol.

Segundo a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 2022), a fissão nuclear consiste na divisão do núcleo de um átomo pesado, como o urânio-235, em núcleos menores quando bombardeado por nêutrons. Esse processo libera nêutrons adicionais, que desencadeiam uma reação em cadeia, gerando grande quantidade de energia térmica e radiação. Assim como ocorre com os combustíveis fósseis, o calor produzido pode ser convertido em energia elétrica nas usinas nucleares, destacando-se como uma fonte eficiente de geração de eletricidade (IAEA, 2022).

A energia nuclear é amplamente utilizada em usinas ao redor do mundo, onde o processo de fissão nuclear do urânio-235 ou plutônio-239 gera calor para produzir eletricidade. Na figura 10 representada abaixo temos uma representação de um reator de Usina Nuclear:

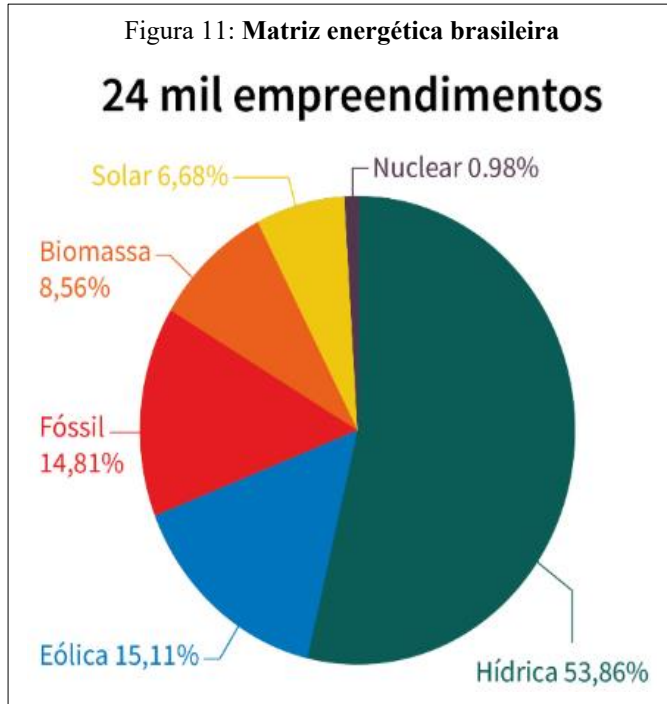
Figura 10: Diagrama de um Reator PWR



Fonte: BRASIL. MME. *Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono*, 2023, p. 37.

Segundo a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), atualmente, há 440 reatores nucleares em funcionamento no mundo, além de 61 em construção. A energia nuclear tem participação de 9% na geração global de eletricidade. Já o Brasil ocupa uma

Fonte: Superintendência de Concessões, Permissões e Autorizações dos Serviços de Energia Elétrica. Maio de 2024.



posição intermediária no cenário global de energia nuclear, com participação modesta, mas estratégica, em sua matriz energética. De acordo com a figura 11, o Brasil tem a vantagem de ter a matriz energética para produção de energia elétrica bastante diversificada, começando pelas usinas hidrelétricas (53,86%), em seguida a eólica (15,11%), fóssil (14,81%), biomassa

(8,56%) solar (6,68%) e nuclear (0,98%), o que é uma vantagem competitiva em relação a outros países. Além disso, o Brasil tem a 6ª maior reserva global de urânio (≈ 309 mil toneladas), mas aproveita apenas 30% para produção nacional.



Esse sistema oferece vantagens significativas, como baixa emissão de gases de efeito estufa e alta eficiência energética. No entanto, acidentes históricos demonstram os riscos associados a essa tecnologia quando há falhas operacionais ou desastres naturais.

1.3 PRINCIPAIS ACIDENTES NUCLEARES

1. **Chernobyl** (1986, Ucrânia): Considerado o pior acidente nuclear da história, ocorreu devido a falhas no projeto do reator e erros humanos durante um teste de segurança. Liberou uma enorme quantidade de radiação, contaminando vastas áreas e causando mortes diretas e indiretas por doenças relacionadas à radiação.
2. **Fukushima** (2011, Japão): Foi desencadeado por um terremoto seguido de tsunami, que danificou os sistemas de resfriamento dos reatores. Embora menos fatal que Chernobyl, resultou em evacuações em massa e impactos ambientais duradouros.

3. **Three Mile Island** (1979, EUA): Um defeito mecânico combinado com erros operacionais levou ao derretimento parcial do núcleo do reator. Não houve mortes diretas, mas aumentou a desconfiança pública em relação à energia nuclear.

A energia nuclear permanece como uma fonte poderosa, mas controversa, de eletricidade. Enquanto oferece benefícios ambientais em comparação com combustíveis fósseis, os acidentes de Chernobyl, Fukushima e Three Mile Island destacam a necessidade de rigorosos protocolos de segurança, avanços tecnológicos e planejamento de emergência. O futuro dessa energia dependerá do equilíbrio entre seu potencial limpo e a gestão responsável de seus riscos.

Esta é uma das fontes energéticas mais paradoxais do século XXI. Enquanto acidentes históricos como **Chernobyl (1986)**, **Fukushima (2011)** e **Three Mile Island (1979)** expuseram seus perigos catastróficos, gigantes tecnológicas como **Google**, **Microsoft** e **Amazon** estão investindo pesadamente nessa tecnologia. Por que empresas inovadoras, normalmente associadas a energias renováveis, estão apostando na nuclear?

O interesse dessas empresas citadas na energia nuclear se justifica por dois motivos principais: primeiro a demanda por energia limpa e constante já que o uso da inteligência artificial é um dos fatores que consomem quantidades enormes de eletricidade que fontes intermitentes como eólica e solar não conseguem suprir sozinhas. Também oferece energia estável e de baixo carbono essencial para metas de sustentabilidade, onde as empresas estão apostando em tecnologias emergentes. A Google por exemplo apoia startups que desenvolvem reatores avançados e fusão nuclear enquanto a Microsoft fechou acordo para comprar energia de fusão da Helion Energy até 2028.

A radioatividade é, portanto, um fenômeno profundamente enraizado na natureza e na tecnologia moderna. Seu entendimento requer não apenas o domínio dos conceitos nucleares fundamentais, mas também uma reflexão crítica sobre suas aplicações e consequências. Compreender como as partículas e as radiações interagem com a matéria e com os organismos vivos é essencial para avaliar seus benefícios e riscos.

No próximo capítulo, adentraremos na classificação das radiações como ionizantes e não ionizantes, explorando seus mecanismos de ação, fontes no cotidiano e efeitos biológicos e ambientais. Essa distinção será crucial para contextualizar tanto o uso seguro



Professor, na plataforma Netflix contém uma minissérie sobre o acidente na Usina Nuclear em Fukushima, chamado de **Três dias que mudaram tudo (2013)**.

da radiação em aplicações médicas e industriais quanto os cuidados necessários para minimizar exposições prejudiciais.



CAPÍTULO 2 - RADIAÇÃO IONIZANTE E NÃO IONIZANTE

Este capítulo explora os diferentes tipos de radiação, classificando-as em ionizantes e não ionizantes, e discute suas características, fontes e efeitos no cotidiano e na saúde humana. A compreensão desses conceitos é essencial para abordar temas como segurança radiológica, aplicações médicas e impactos ambientais.

Você já realizou ou conhece alguém que tenha feito um exame de Raio-X ou ultrassom? Já se perguntou por que esse exame recebe esse nome? Já ouviu falar em radioterapia? O que você sabe sobre?

E falando em ultrassom, já ouviu falar na série *Cassandra*, disponível na Netflix? A série traz um episódio específico onde uma mulher faz um ultrassom na primeira máquina da época (Figura 12), trazendo sérias consequências para sua vida e a vida de todos que a cercavam.

Figura 12: Cena de ultrassom na minissérie



Fonte: *Cassandra*, Netflix, 2025.

captura a vulnerabilidade humana diante de diagnósticos inesperados e a força necessária para enfrentar tais adversidades, destacando a jornada pessoal e emocional de Cassandra. De fato, radiações não ionizantes estão sempre a nossa volta. Ondas eletromagnéticas como a luz, calor e ondas de rádio são formas comuns de radiações não ionizantes. Sem radiações não ionizantes, nós não poderíamos apreciar um programa de

A série explora os perigos dessa exposição, destacando os efeitos cumulativos da radiação no corpo humano, como danos ao DNA e o risco elevado de desenvolver diversos tipos de câncer. O drama se intensifica ao revelar que essa exposição ocupacional pode ter sido a causa direta do desenvolvimento da doença. Esta cena



Professor, é importante também lembrar aos alunos como essas emissões foram descobertas. Por isso, você pode ressaltar nesta parte o experimento do cientista Ernest Rutherford (1831-1937), que foi citado no capítulo anterior.

TV em nossos lares ou cozinhar em nosso forno de micro-ondas. Quando você usa o celular para conversar ou navegar na internet, está interagindo com radiações não ionizantes. As torres de telefonia móvel emitem essas ondas para se comunicar com nossos dispositivos. Ou, já parou pensar no quanto adoramos pegar um solzinho? Seja na praia, na piscina, ou até mesmo no quintal de casa, a sensação dos raios solares na pele é uma delícia. Mas será que a exposição ao sol é totalmente segura? Vamos descobrir!



2.1 Radiação Ionizante

Os termos **radiação e radioatividade** costumam ser relacionados a fatos e eventos que podem causar danos ao ambiente e ao ser humano (Usberco, 2024). A radiação é um fenômeno natural presente em nosso cotidiano, desde a luz solar até as ondas de rádio que nos conectam. Ela pode ser definida como a emissão e propagação de energia através de partículas ou ondas eletromagnéticas. Enquanto algumas formas de radiação são inofensivas, outras carregam energia suficiente para alterar a estrutura da matéria, sendo classificadas como radiação ionizante. Essas últimas são capazes de remover elétrons de átomos e moléculas, podendo causar efeitos significativos na saúde e no meio ambiente. Vejamos a seguir quais são as ionizantes e as suas definições:

Partícula alfa: A radiação alfa consiste em partículas pesadas compostas por dois prótons e dois nêutrons, idênticas a um núcleo de hélio. Estas partículas são emitidas por elementos radioativos como o urânio e o rádio. A radiação alfa tem um poder de penetração baixo e pode ser bloqueada por uma folha de papel ou pela camada externa da pele humana. No entanto, se materiais que emitem radiação alfa forem ingeridos ou inalados, eles podem causar sérios danos aos tecidos internos. Essas partículas são altamente ionizantes e, por isso, mesmo com baixa penetração, podem provocar mutação no DNA e danos celulares severos. Além disso, foi com o uso da radiação alfa que o cientista Ernest Rutherford realizou, entre 1909 e 1911, seu experimento de dispersão em lâmina de ouro, o qual levou a descoberta do núcleo atômico.

Partícula Beta: A radiação beta ocorre quando um núcleo instável emite uma partícula beta, que pode ser um elétron (partícula beta negativa) ou um pósitron (partícula beta positiva). A partícula beta tem uma massa menor e um poder de penetração maior do que as partículas alfa. Elas podem atravessar a pele, mas geralmente são bloqueadas por materiais mais densos, como vidro ou alumínio fino. A exposição à radiação beta

pode causar queimaduras na pele e danos aos tecidos internos, se ingerida ou inalada. Esse tipo de radiação é característico de isótopos emissores beta, como o carbono-14 e o fósforo-32, comumente utilizados em pesquisas químicas, biológica e médicas. A radiação beta também foi fundamental para o estudo da estrutura do núcleo atômico e para o desenvolvimento de modelos nucleares, sendo observado em diversos processos



Professor, lembre aos alunos do acidente que aconteceu em nosso país: **Acidente em Goiânia com elemento Césio.**

de decaimento radioativo analisados ao longo do século XX por cientista como Enrico Fermi, que propôs a teoria da interação fraca para explicar esses fenômenos.

Radiação Gama: A radiação gama é um tipo de radiação eletromagnética de alta energia, semelhante aos raios X, mas com maior poder de penetração. Ela não consiste em partículas, mas em fótons de alta energia, que podem penetrar profundamente nos materiais. A radiação gama é emitida por núcleos radioativos durante a transição para um estado de energia mais baixa. Devido ao seu alto poder de penetração, a radiação gama requer materiais densos como chumbo ou concreto para ser bloqueada eficazmente. A exposição à radiação gama pode causar graves danos celulares e aumentar o risco de câncer. Essa radiação está presente em diversos processos nucleares, como no decaimento do cobalto-60 e do césio-137, sendo amplamente utilizada em tratamentos de radioterapia para combate ao câncer, esterilização de materiais médicos e na preservação de alimentos. Por não possuir massa nem carga elétrica, sua interação com a matéria ocorre por efeitos como o efeito fotoelétrico, espalhamento Compton e produção de pares, temas estudados na química nuclear e na física das radiações.

“As fontes radioativas possuem muitos átomos e não é possível dizer quando um núcleo irá se desintegrar. Há possibilidade de prever que, em média, após um certo intervalo de tempo, denominado meia-vida ($T_{1/2}$), metade dos átomos (núcleos) terão se desintegrado” (Correia, 2022, p. 28).



2.2 Radiação não ionizante

Radiações não ionizantes são um tipo de radiação eletromagnética que não possui energia suficiente para ionizar átomos ou moléculas, ou seja, não remove elétrons das órbitas dos átomos. Isso as diferencia das radiações ionizantes, como os raios X e a radiação gama, que têm energia suficiente para causar ionização, como vimos na seção

anterior. Isso é um ponto crucial, pois muitos associam a palavra “radiação” a perigos e doenças. Vejamos alguns exemplos de radiações não ionizantes:

A Luz do sol, que está representada pela figura 13 é um exemplo de energia não ionizante, sua radiação ultravioleta (UV) é um tipo de radiação eletromagnética emitida pelo Sol, com comprimento de onda menor que a luz visível e maior que os raios X. A luz do sol é composta por raios UV-A, UV-B e UV-C, essa radiação tem um comprimento de onda curto e, em excesso, pode ser prejudicial à saúde humana, causando queimaduras e aumentando o risco de câncer de pele. A camada de ozônio na atmosfera ajuda a filtrar parte dessa radiação. A radiação solar é essencial para a estabilidade do clima e a sobrevivência dos seres vivos na Terra. O calor e a luz fornecidos pelo Sol regulam as variações de temperatura, influenciam os padrões dos ventos e possibilitam a fotossíntese, o processo pelo qual as plantas produzem seu próprio alimento.

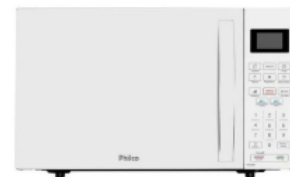
Figura 13: Representação do sol



Fonte: Canva, 2025.

O aparelho de Micro-ondas, representado pela figura 14, é outro exemplo de energia não ionizante, que funciona emitindo ondas eletromagnéticas numa frequência de aproximadamente 2.450 MHz, perfeita para esquentar a água. Quando essas ondas atingem a comida, elas fazem as moléculas de água se agitarem super-rápido, gerando calor. Esse calor não fica só na água, ele se espalha pelo resto do alimento, garantindo um cozimento uniforme. Vale lembrar que o micro-ondas não "joga" calor na comida, ele faz com que ela própria crie calor, por meio da água presente no alimento.

Figura 14: micro-ondas



Fonte: Canva, 2025.

Algumas frutas podem apresentar energia não ionizante, como por exemplo, a banana, representado pela figura 15, que é naturalmente radioativa. Essa fruta contém os elementos Potássio (K) e Carbono (C) radioativos, o

mesmo Carbono utilizado para estimar a idade de materiais antigos e fósseis. Alimentos como bananas, castanhas-do-pará e batatas contêm pequenas quantidades de potássio-40 e carbono-14, dois isótopos radioativos naturais. No entanto, não há motivo para preocupação: a radiação presente nesses alimentos é extremamente baixa e totalmente inofensiva para a saúde humana. A radiação emitida é extremamente baixa, e ao serem digeridos, o organismo regula e remove o excesso.

Figura 15: Banana



Fonte: Canva, 2025.



CAPÍTULO 3 - EFEITOS DA RADIOATIVIDADE NO MEIO AMBIENTE

Este capítulo aborda os impactos ambientais da radioatividade, desde contaminações históricas até desafios atuais, como o manejo de resíduos nucleares e a recuperação de áreas afetadas.

A radioatividade é um fenômeno natural que tem impactos profundos e duradouros no meio ambiente. Desde a descoberta da radiação, cientistas têm explorado suas aplicações e, ao mesmo tempo, reconhecendo os potenciais riscos associados. Sendo assim, a radioatividade pode ter impactos significativos no meio ambiente, que variam dependendo do tipo e da intensidade da radiação. Existe ainda a questão ambiental do chamado lixo radioativo ou lixo nuclear, originados pela geração de energia nuclear, e resultante das atividades que envolvem o uso de radiações, como nos hospitais.

A produção de lixo radioativo tem sido um problema ambiental, devido às escassas e inadequadas condições de descarte e armazenamento. Esses rejeitos estão associados à contaminação do solo, dos cursos de água e do ar, resultando na destruição do meio ambiente de forma gradual. A contaminação pelos rejeitos da produção de energia nuclear, que permanecem nocivos ao meio ambiente por milhares de anos, causa um desequilíbrio nos ecossistemas afetados, quando o descarte desse lixo radioativo em minas ou cavernas, por exemplo. Além disso, também causam riscos à saúde humana, como infecções, câncer e, em casos mais severos de contaminação, podem levar à morte. Para Lopes, Coutinho, Rodrigues e Toledo (2023), a visão negativa acerca da radioatividade, somada à limitação científica dos conceitos envolvidos pode contribuir de forma negativa para o exercício da cidadania, já que o público sendo bombardeado apenas com uma versão simplista e deformada da temática é alienado das informações necessárias para uma participação ativa na sociedade. Para mitigar esses efeitos, é importante investir em educação científica, comunicação clara sobre os riscos e benefícios, e promoção de práticas seguras de uso da radioatividade.

Alguns termos são essenciais para a compreensão os quais são:

Contaminação do Solo e Água: A contaminação do solo ocorre quando materiais radioativos se depositam na superfície terrestre. Isto pode acontecer através de precipitação radioativa após explosões nucleares ou acidentes em usinas nucleares. No solo, os radionuclídeos podem ser absorvidos pelas plantas, entrando na cadeia alimentar e afetando animais e humanos. Uma reportagem da revista Veja em 2011 relatou sobre o acidente de Chernobyl, com título que segue na figura abaixo:

Figura 16: Reportagem da Revista Veja sobre o acidente em Chernobyl



Fonte: VEJA, 2011.

De acordo com a notícia, a exposição de material nuclear ao meio ambiente libera substâncias radioativas no ar e no solo. Essas substâncias contaminam plantas, rios, os animais e as pessoas em volta.

- **Impacto na Atmosfera:** Partículas radioativas podem ser transportadas pelo ar e inaladas por seres humanos e animais, causando uma série de problemas de saúde, como câncer pulmonar e outras doenças respiratórias. Além disso, a dispersão de radionuclídeos pelo ar pode afetar áreas distantes da fonte original de contaminação, ampliando o impacto ambiental.
- **Bioacumulação:** A Bioacumulação refere-se ao acúmulo de substâncias tóxicas, incluindo materiais radioativos, em organismos vivos ao longo do tempo. Animais e plantas absorvem pequenas quantidades de radioatividade do ambiente, e essas quantidades se acumulam ao longo do tempo. Predadores no topo da cadeia

alimentar, incluindo humanos, acabam sendo os mais afetados devido ao consumo de várias presas contaminadas.

- **Radiação e Solo Agrícola:** Os solos agrícolas contaminados podem transferir radionuclídeos para culturas alimentares, impactando diretamente a segurança alimentar. A agricultura em áreas afetadas por acidentes nucleares, como Chernobyl e Fukushima, enfrentam desafios sérios, pois os produtos agrícolas dessas áreas podem permanecer contaminados por décadas, se não forem gerenciados adequadamente. Abaixo segue o recorte de uma reportagem relacionada a esse tema:

Figura 17: Reportagem da revista Época/Negócios sobre a utilização de tecnologia na agricultura



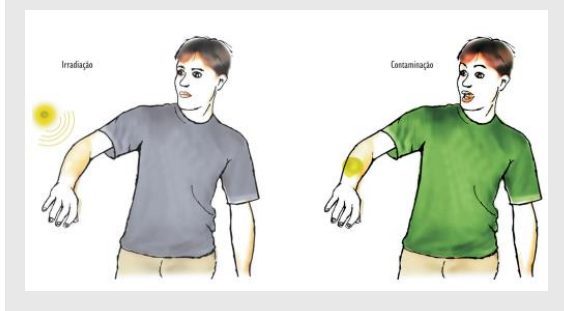
Fonte: ÉPOCA NEGÓCIOS, 2011.

De acordo com a notícia representada com a capa na figura 17, cientistas da Robotriks, uma empresa da Cornualha, no Reino Unido, estão testando uma nova tecnologia robótica para ajudar fazendeiros a avaliar de forma rápida a saúde do solo. A tecnologia consiste em um detector de raios gama montado em robôs em formato quadrúpede, semelhante a um cachorro, que mede os níveis de radiação do solo.

- **Saúde Humana e Ecossistemas:** A exposição contínua ou alta à radiação pode resultar em mutações genética sem organismos, que podem ser transmitidas para as gerações futuras. Isto pode resultar em deformidades, doenças e morte em ecossistemas inteiros, reduzindo a biodiversidade. A radiação também pode debilitar a resistência das plantas e animais a outras ameaças ambientais, como

Figura 18: Diferença entre irradiação e contaminação

Fonte: Cartilha sobre radiação



doenças e mudanças climáticas. É importante também salientar que contaminação e irradiação são termos com conceitos diferentes, como representado na figura 18, retirada de uma cartilha do governo do estado de Goiás.

Entenda que, irradiar não significa contaminar, e contaminar com material radioativo implica em irradiar o local, onde esse material estiver, e irradiação não contamina, mas contaminação irradia. A irradiação externa com fontes de césio-137, Cobalto-60 e similares não torna objetos ou pessoas radioativas. A radioatividade nesses casos é temporária e restrita ao uso em medicina e indústria, como em procedimentos médicos ou em reatores nucleares e aceleradores de partículas.

- **Desastres Ambientais:** Os acidentes nucleares, como os de Chernobyl em 1986 na Ucrânia e Fukushima em 2011 no Japão, demonstram os impactos devastadores da radioatividade no meio ambiente. Em Chernobyl, por exemplo, uma vasta área foi abandonada devido à contaminação, e a biodiversidade local foi severamente afetada. A radiação liberada em Fukushima contaminou a água do mar e impactou a vida marinha e a pesca local. As figuras a seguir (19, 20 e 21) tratam de uma cena da minissérie que aborda o acidente em Fukushima: *Três Dias que Mudaram Tudo* (Netflix, 2023).

Figura 19, 20 e 21: Recorte da série: Três dias que mudaram tudo

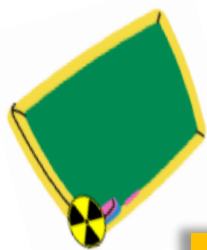


Fonte: Netflix (2023)

As imagens recortadas da minissérie *Três Dias que Mudaram Tudo* (Netflix, 2023) ilustram dramaticamente um momento crucial do acidente nuclear de Fukushima: a tensão e o alerta sobre o risco iminente de explosão do reator devido à pressão interna excessiva. Nessas cenas, o personagem destaca não apenas o perigo técnico imediato, mas também as consequências ambientais catastróficas que uma explosão traria — a contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos, com efeitos de longo prazo sobre ecossistemas e saúde pública.

Essa representação midiática reforça os conceitos discutidos neste capítulo: a radioatividade não é um problema isolado no tempo ou no espaço. Sua liberação acidental pode desencadear cadeias de contaminação que perduram por décadas, afetando gerações e exigindo respostas técnicas, políticas e educacionais complexas.

Os impactos ambientais da radioatividade — seja por acidentes, má gestão de resíduos ou uso inadequado de fontes radioativas — revelam a urgência de um debate amplo e consciente sobre o tema. Mais do que prever fenômenos físicos ou químicos, estamos diante de uma questão profundamente social e ética, que exige criticidade, responsabilidade e ação. É nesse contexto que a educação assume um papel fundamental. Compreender os efeitos da radioatividade no meio ambiente é o primeiro passo para formar cidadãos capazes de questionar, propor e participar ativamente das decisões que envolvem o uso da energia nuclear e das tecnologias associadas a ela.



CAPÍTULO 4 - PROPOSTAS DE ATIVIDADES

Para auxiliar nesse processo de compreensão e engajamento, o próximo capítulo oferece um conjunto de propostas didáticas práticas e reflexivas, pensadas para serem aplicadas em sala de aula. Por meio de atividades investigativas, debates, simulações e conexões com a mídia, você, professor, poderá aproximar os estudantes desses conceitos de forma crítica, contextualizada e significativa. Aqui vão 8 opções de atividades.

Proposta de Atividade 1 – Pesquisa no Laboratório de Informática

Professor, uma proposta para trabalhar as fontes radioativas é através de pesquisa que pode ser realizada no laboratório de informática e/ou celulares dos alunos. Poderá ser dividido a turma em alguns tópicos, sendo eles:

1. **Conhecimento e Treinamento:** Antes de lidar com materiais radioativos, é crucial ter uma compreensão clara dos riscos e das técnicas de manuseio seguro. Cursos específicos de treinamento em radioproteção são fundamentais.
2. **Equipamento de Proteção Individual (EPI):** Utilize sempre os EPIs adequados, como luvas, aventais de chumbo, e máscaras, para minimizar a exposição.
3. **Monitoramento da Radiação:** Utilização de detectores de radiação para monitorar constantemente os níveis de exposição. Instale alarmes de radiação nos locais de trabalho.
4. **Armazenamento Adequado:** As fontes radioativas devem ser armazenadas em recipientes apropriados, preferencialmente de chumbo, e mantidas em locais seguros e controlados.



Caso considere necessário, você pode substituir a pesquisa no laboratório de informática por uma atividade investigativa com análise de caso.

Exemplo: O caso que aconteceu no nosso país com o Césio-137.

Proposta de Atividade 2 – Radiação em Pauta: Lendo o Mundo com Olhos Científicos

Professor, trabalhe com reportagens ou artigos científicos para abordar os tipos de partículas radioativas, e onde elas estão sendo usadas ao redor do planeta. Uma aula com leitura trás vários benefícios para os alunos.

A seguir, sugerimos algumas opções de documentos (cartilha), reportagens, vídeos e artigos científicos:

1. [Nova radioterapia promissora](#) (NOTÍCIA)
2. [Cavernas com alto nível de radiação](#) (NOTÍCIA)
3. [Orientações sobre radiação Ionizante](#) (CARTILHA)
4. [Radioatividade entre o bem e o mal](#) (ARTIGO)
5. [MARCOS DA HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE E TENDÊNCIAS ATUAIS](#) (ARTIGO)
6. [Como funciona uma Usina Nuclear?](#) (VÍDEO)



Caso considere necessário, e seja disponibilizado recurso, leve as reportagens e/ou artigos já impressos para a turma. Faça a leitura em duplas ou trios.

Proposta de Atividade 3 – Lições da História: Chernobyl, Fukushima e Goiânia sob Análise

Professor, trabalhe com os alunos os acidentes relacionados às emissões radioativas que provocaram impactos que ficaram registrados. Procure artigos, reportagens ou vídeos relacionados, para debater com os alunos. Proponha a criação de uma tabela comparativa sobre benefícios e malefícios do uso da energia nuclear. Peça que eles façam uma análise crítica sobre o uso dessa energia no mundo atual, seguido de debate entre grupos sobre os efeitos das radiações sobre a saúde animal e vegetal. Também é possível dividir a turma

nestes três acidentes, e pedir para que eles façam um esquema no quadro sobre o acidente em questão.

Chernobyl - 1986;

Fukushima - 2011;

Acidente com o césio-137 em Goiânia – 1987

- Ressalte que os vestibulares e o Enem cobram esses acidentes nas suas questões.



Caso considere necessário, divida a turma em grupos de 5 e 6 pessoas, com cada grupo representando um acidente para apresentação de um seminário de no mínimo 10 minutos para cada grupo. Proponha ao final perguntas sobre os acidentes em forma de quis para que os alunos possam revisar cada um.

Proposta de Atividade 4 – Fusão ou Fissão? A Ciência por Trás dos Animes

Professor, a utilização de analogias pode auxiliar os alunos a compreenderem conceitos que não conseguimos imaginar, pois são termos abstratos. Uma ideia para trabalhar o conceito de fissão e fusão é usar a analogia com o anime Dragon Ball Z, onde dois personagens realizam uma fusão para derrotar o inimigo, conforme a imagem 22.

Figura 22: **Fusão de Goku e Vegeta**



Fonte: GOKU E VEGETA FAZEM A FUSÃO. Youtube, 2024.



Caso considere necessário, mostre o vídeo comparando os dois processos, com a performance dos dois personagens, disponível no link: https://www.youtube.com/watch?v=5C8dPQ_-M_c

Proposta de Atividade 5 – Cinema e Radiação: Discutindo Ciência através das Telas

Professor, a utilização de filmes ou seriados podem ser uma alternativa para suas aulas. Para esta proposta, separei algumas opções que estão relacionadas ao tema Radioatividade. Fica a critério apresentar aos alunos todo o filme ou apenas realização de comentários sobre.

Opção 1: Hulk (2003);

Opção 2: Capitão América, admirável mundo novo (2025);

Opção 3: Série Chernobyl (2019) – disponível na plataforma MAX;

Opção 4: Três dias que mudaram tudo (2023) – disponível na plataforma NETFLIX;



Caso considere necessário, separe uma aula ou duas para passar alguns dos episódios da série, ou algo que seja mais próximo ao seu interesse.

Proposta de Atividade 6 – Atividade: Dilema Nuclear: Energia ou Saúde? Um Debate com Argumentos Nucleares

Tema: Se você fosse um cientista nuclear, preferiria criar algo para produção de energia ou para a medicina?

Objetivos:

- Promover reflexão sobre as aplicações da radioatividade na sociedade.
- Desenvolver argumentação crítica com base em evidências científicas.
- Relacionar conceitos dos capítulos 1 a 3 do guia (química nuclear, radiação, impactos ambientais).

Duração: 1 hora (pode ser adaptada para 2 tempos de aula com aprofundamento).

Materiais:

- Quadro ou cartazes para anotar argumentos.
- Reportagens e dados do guia (ex.: acidentes nucleares, usos médicos como radioterapia).
- Cronômetro.

Passo a Passo:

1. Preparação (15 min)

- **Divisão dos grupos:**
 - **Grupo 1 (Energia Nuclear):** Defende que a prioridade deve ser soluções para geração de energia limpa (ex.: fusão nuclear, reatores avançados).
 - **Grupo 2 (Medicina Nuclear):** Argumenta a favor de aplicações médicas (ex.: radioterapia, diagnósticos por imagem).
 - **Observadores:** Alunos que avaliam os argumentos e votam no final (opcional).
- **Pesquisa rápida:**
 - Cada grupo usa o guia e fontes externas (ex.: notícias sobre usinas nucleares ou avanços em tratamentos de câncer) para embasar seus argumentos

Avaliação:

- **CrITÉrios:**
 1. Qualidade dos argumentos (uso de dados do guia ou fontes confiáveis).
 2. Respeito ao tempo e aos colegas.
 3. Originalidade na defesa da posição.

- **Produto:**

Os alunos podem escrever um parágrafo individual sobre qual área escolheriam e por quê (usando exemplos do debate).

Dicas para Adaptação:

- **Para turmas menos experientes:** Fornecer um roteiro com argumentos prontos (ex.: tabela comparativa com prós e contras).
- **Para aprofundar:** Incluir uma pesquisa prévia sobre inovações atuais (ex.: reatores de fusão ou nanomedicina).

Exemplo de Recursos do Guia para Apoio:

- Capítulo 1: Dados sobre fissão/fusão nuclear.
- Capítulo 2: Exemplos de radiação na medicina (raios-X, radioterapia).

- Capítulo 3: Impactos ambientais de usinas vs. benefícios médicos.



Caso considere necessário, substitua o debate por uma atividade de criação de campanha educativa, como por exemplo: RADIOATIVIDADE: ENTRE O MEDO E A INFORMAÇÃO, que tem o objetivo desmistificar a radioatividade por meio da criação de materiais informativos que equilibrem riscos e benefícios.

Proposta de Atividade 7 – Mãos na Massa: Simulando Contaminação e Descontaminação Radioativa

Professor, a utilização de experimentos é uma ferramenta poderosa para transformar conceitos abstratos em conhecimento concreto. Por isso, montei um experimento com roteiro prático e utilização de materiais com baixo custo, caso queira utilizar. Este experimento vai demonstrar a diferença entre radiação e contaminação, como falado anteriormente.

EXPERIMENTO DE SIMULAÇÃO: DISPERSÃO E DESCONTAMINAÇÃO DE MATERIAIS RADIOATIVOS

Objetivo: Demonstrar como a contaminação radioativa pode se espalhar pelo ambiente e as técnicas que podem ser usadas para a descontaminação.

Materiais Necessários (Figura 23)

- A. Farinha (representado os materiais radioativos)
- B. Pincel ou escova pequena
- C. Espátula
- D. Papel filtro ou filtro de café
- E. Água

F. Areia fina (representado o solo contaminado)

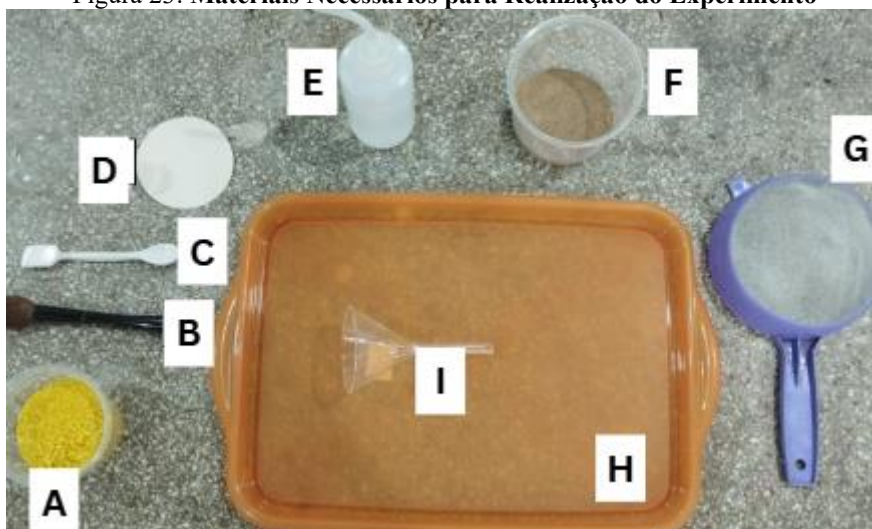
G. Peneira

H. Bandeja ou tabuleiro

I. Funil

Obs.: Na utilização da farinha utilize a peneira para retirar a parte mais fina para o procedimento.

Figura 23: Materiais Necessários para Realização do Experimento



Fonte: Autora (2024)

Procedimento

Preparação do Solo Contaminado: Espalhe uma camada uniforme de areia fina sobre a bandeja para representar o solo. Polvilhe um pouco farinha sobre a superfície da areia. A farinha simulará os materiais radioativos, conforme na imagem abaixo (Figura 24).

Figura 24: Preparação do solo contaminado



Fonte: Autora (2024)

Simulação da Dispersão: Utilize um pincel ou escova pequena para agitar levemente a areia demonstrando como a contaminação pode se espalhar no solo devido ao vento, conforme as figuras abaixo (Figura 25 e 26).

Figura 25 e 26: **Contaminação do solo**



Fonte: Autora (2024)

Simulação da Contaminação da Água: Despeje cuidadosamente um pouco de água sobre a areia contaminada. Observe na figura abaixo (Figura 27) como a farinha se mistura com a água e se infiltra através do solo, ilustrando a contaminação de fontes de água subterrâneas.

Figura 27: **Contaminação do solo com água**



Fonte: Autora (2024)

Descontaminação: Utilize papel filtro ou filtro de café para simular a descontaminação da água. Filtre a água contaminada através do papel filtro e observe a retenção de partículas de farinha no filtro conforme as figuras abaixo (Figura 27 e 28). Discuta com os alunos os métodos reais de descontaminação, como a utilização de matérias absorventes e processos de filtração avançados.

Figura 28 e 29: **Descontaminação usando filtro**



Fonte: Autora (2024)

Após o experimento, conduza uma discussão com os alunos sobre os resultados observados. Pergunte aos alunos sobre as diferentes formas de contaminação ambiental e como elas podem afetar a saúde humana e os ecossistemas. Explore com os alunos as tecnologias e práticas atuais utilizadas para mitigar os efeitos da radioatividade no meio ambiente.

Questões de aprofundamento

Professor, caso queira, utilize as questões a seguir como tarefa para casa:

1. Quais são os principais métodos de descontaminação de materiais radioativos?
2. Como a dispersão de materiais radioativos pode afetar o meio ambiente e a saúde humana?
3. Cite exemplos de incidentes históricos envolvendo dispersão de materiais radioativos e as medidas tomadas para descontaminação.

4. Como a tecnologia moderna está contribuindo para a melhora dos processos de descontaminação?



Caso considere necessário, utilize este experimento proposto para trabalhar tanto os impactos das usinas, como o perigo do descarte incorreto. https://www.youtube.com/watch?v=5C8dPQ_-M_c

Proposta de Atividade 8 – Vídeo que explica o conceito de radioatividade e radiação

Professor, a utilização de vídeos pode auxiliar os alunos a compreenderem conceitos diversos dentro da Química. Uma ideia para trabalhar o conceito de radioatividade e radiação é usar o vídeo abaixo, criado durante o mestrado pela autora. O link do vídeo é: <https://youtube.com/shorts/vt4ybBK2UY8?feature=share>

Figura 30: Capa do vídeo sobre conceito de Radioatividade e Radiação



Fonte: Autora (2026)

Caso ache válido, o vídeo pode ser utilizado juntamente com outra proposta de atividade, ou até mesmo na sequência didática.



CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

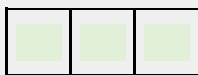
Professor, como dito anteriormente, aqui está uma proposta de sequência didática relacionando os 3 capítulos deste guia com um total de 3 horas ou três tempos de aula. Caso queira utilizar, ela pode ser adaptada para sua realidade. O tempo escolhido foi adaptado para a realidade da escola em que trabalho. Como na terceira série o que os alunos estudam é chamado de Rotas de Aprofundamento, foi adequado uma sequência dentro do que poderia ser trabalhado nesta rota chamada de Raio-X da Energia.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ROTA DE APROFUNDAMENTO

| NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO | | | |
|--|---------------------------------|--------------|------------------------------------|
| UNIDADE: 3U4S1 | PERFIL PROFISSIONAL: QUÍMICA | SÉRIE: 3ª | CARGA HORÁRIA PREVISTA: 3 horas |
| ROTA DE APROFUNDAMENTO: ENEGIA, PARA QUE TE QUERO? | | | |
| RAIO-X DA ENERGIA | | | |
| EIXO ESTRUTURANTE: | | | |
| INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA | | | |
| HABILIDADE(S) ESPECÍFICA(S) DO EIXO: | | | |
| EMIFCNT01 – Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais. | | | |
| EMIFCNT02 – Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica. | | | |
| EMIFCNT03 – Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias. | | | |
| DESCRITORES | | | |
| D1 - Localizar informações explícitas em um texto. D6 - Identificar o tema de um texto. D5 - Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (Propagandas, quadrinhos, fotos etc.). D11 - Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto. | | | |
| OBJETO(S) DE CONHECIMENTO | | | |
| Energia Nuclear: <ul style="list-style-type: none"> - O uso da radioatividade para gerar energia; - Vantagens e Desvantagens da radioatividade; - Acidentes nucleares; | | | |

Data da execução: 30/07 a 15/08

Aula executada nas turmas:



3^aB 3^aC 3^aD

Sequência Didática: Radioatividade no Cotidiano e no Meio Ambiente

Duração: 3 horas (3 tempos de aula)

Público-alvo: Estudantes do 3º ano do Ensino Médio

Objetivos:

- Compreender os conceitos básicos de radioatividade e energia nuclear.
- Analisar os impactos da radioatividade no meio ambiente e na saúde.
- Promover reflexão crítica sobre o uso da energia nuclear na sociedade.

1ª Hora: Introdução à Radioatividade e Energia Nuclear

1. **Saudações à turma e apontamentos (5 min)**
2. **Aula expositiva dialogada (20 min):**
 - Apresentação dos conceitos do **Capítulo 1 (Química Nuclear) de forma revisional:** estrutura atômica, descoberta da radioatividade por Marie Curie.
 - Destaque para aplicações cotidianas (ex.: radioterapia, energia elétrica).
3. **Discussão em grupos (20 min):**
 - Com base no **Capítulo 2**, debater:
 1. Diferenças entre radiação ionizante (partículas alfas, beta, gama) e não ionizante (luz solar, micro-ondas).
 2. Caso real: Acidente com Césio-137 em Goiânia (link sugerido no guia).
4. **Atividade lúdica (10 min):**
 - **Analogia com Dragon Ball Z (Proposta 4): (5 min):** Usar a fusão de personagens para explicar fusão nuclear (Figura 21), e mostrar a diferença entre fissão e fusão.

2ª Hora: Radiação e Seus Efeitos

Atividade prática (Proposta 6 do Capítulo 4) (30 min):

- Experimento de simulação com farinha e água para demonstrar a diferença entre contaminação e irradiação (Figuras 20-24 do guia).
- Realizar discussão com a turma: Como a contaminação se espalha? Quais são os riscos?

Recurso audiovisual (10 min):

- Exibição de trechos do filme *Radioactive (2015)* (citado no Capítulo 1) sobre Marie Curie.

Análise de reportagens (Proposta 2 do Capítulo 4) (20 min):

- Leitura e debate sobre notícias como:

3ª Hora: Impactos Ambientais e Debate Crítico

1. [Nova radioterapia promissora.](#)
2. [Cavernas com radiação em MG.](#)

Estudo de caso (30 min):

- Análise dos acidentes nucleares (**Capítulo 3**): Chernobyl, Fukushima e Goiânia.
- Divisão da turma em grupos para criar tabelas comparativas (Proposta 3) sobre benefícios e malefícios da energia nuclear.

Discussão guiada (20 min):

- Perguntas norteadoras:
 1. A energia nuclear é sustentável?
 2. Como equilibrar avanço tecnológico e segurança?

Avaliação (10 min):

- Produção de um parágrafo reflexivo ou mapa mental sobre o tema.
- Opcional: Exibição do trailer da série *Chernobyl* (citada no Capítulo 4) para encerrar.

Recursos Utilizados:

2. Materiais do experimento (farinha, água, filtros).
3. Reportagens e vídeos sugeridos no guia.
4. Quadro comparativo (Proposta 3).

Avaliação:

5. Participação nas discussões.
6. Qualidade das análises em grupo.
7. Produção escrita final.

OBSERVAÇÃO

Professor, caso ache válido, substitua os recursos conforme disponibilidade (ex.: usar celulares para pesquisas se não houver laboratório).



REFERÊNCIAS

- BRASIL. Instituto Federal de Santa Catarina. **Matriz energética brasileira**. [S. 1.], [20--]. 1 imagem. Disponível em: <<https://www.ifsc.edu.br/web/ifsc-verifica/w/energia-nuclear-perigo-ou-alternativa-sustentavel->>. Acesso em: 25 jul. 2025.
- BROWN, T. L. et al. **Química a ciência central**. 9. ed. [S. 1.]: Pearson, 2008.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Termelétricas e Termonucleares**. Brasília, DF: MME, 2023. 150 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/opcoes-de-mitigacao-de-emissoes-de-gee-em-setores-chave/modelagem-setorial-de-opcoes-de-baixo-carbono-para-o-setor-de-termeletricas-e-termonucleares.pdf/view>>. Acesso em: 25 jul. 2025.
- CINTRA, G. B. **Fusão Nuclear: A Energia do Futuro**. 2022. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/16919/1/22009373.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2025.
- FAZENDA SAKINAM. **Aula rápida sobre desenvolvimento de modelos atômicos**. YouTube, 23, fev. 2024. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9vGze7bWgtY>>. Acesso em: 25, ago. 2025.
- LOPES, B. R. et al. Radioatividade: entre o bem e o mal. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 133-21, 2024. DOI: 10.21577/0104-8899.20160358.
- RODRIGUES, J. F.; PRESTES, N. M.; SILVA, E. R. R. **Análise das diferenças, dos avanços e das limitações dos reatores de fissão e fusão nuclear no contexto das energias limpas: Uma Revisão de Literatura**. 2024. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024.
- SCHRÖDINGER'S ATOMIC MODEL. **Evaluation of Theory**. [S. 1.], [20--]. Disponível em: <<https://b516schrodinger.weebly.com/evaluation-of-theory.html>>. Acesso em: 25 jul. 2025.
- USBERCO, J. Identidade Saraiva [livro eletrônico]: Química: área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: volume único: Ensino médio / João Usberco, Philippe Spitaleri. -- 1. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2024.
- ZAMBONI, C. GIOVANNI, D. **Fusão nuclear: alternativa verde e sustentável para geração de energia**. Jovem Cientista, 2023. Disponível em: <<https://jovemcientista.com.br/fusao-nuclear-alternativa-verde-e-sustentavel-para-geracao-de-energia/>>. Acesso em: 25 jul. 2025.