



# **A Problematização no Ensino de Radioatividade em Nível**

**Davson José da Silva**

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



Autor:

**Davson José da Silva**

Orientadoras:

**Prof<sup>a</sup> Renata Lacerda Caldas**

**Prof<sup>a</sup> Cristine Nunes Ferreira**

Mestrado Nacional de Ensino de Física (MNPEF)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense)

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2018

# Apresentação

**Caro professor,**

Esse material, denominado ***No Caminho da Radioatividade***, foi estruturado como uma sequência didática que aborda conteúdos pertinentes à Física Nuclear e Radioatividade em nível médio.

Toda sequência didática foi planejada e aplicada com base em um ensino não tradicional, subsidiado pelas Teorias da Aprendizagem Significativa (TAS) e dos Modelos Mentais (TMM) tendo um foco na problematização como agente investigador da curiosidade e da aprendizagem.

A elaboração deste material foi realizada observando as habilidades e competências encontradas no Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro para os conteúdos aqui destacados.

Esta sequência didática é parte integrante do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do polo 34 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense).

**Davson José da Silva**

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	<b>4</b>
<b>Informações Preliminares</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Estudo da Radioatividade</b> .....	<b>8</b>
<b>2. A Radioatividade na História</b> .....	<b>16</b>
<b>3. Acidentes Radioativos</b> .....	<b>22</b>
<b>4. Radioatividade e Meio Ambiente</b> .....	<b>28</b>
<b>5. Mitos e Verdades sobre a Radioatividade</b> .....	<b>34</b>
<b>6. Representações com uso de Simuladores</b> .....	<b>39</b>
<b>7. Partículas Elementares</b> .....	<b>43</b>
<b>8. Apresentação de Esquetes</b> .....	<b>47</b>
<b>9. Elaboração de um Mapa Concetual</b> .....	<b>51</b>
<b>Referências</b> .....	<b>53</b>

# Introdução

Ao longo da história observamos melhorias que só foram possíveis por causa do estudo das Ciências, e hoje não conseguimos sequer imaginar como seria a nossa vida sem elas.

Avanços científicos e tecnológicos cada vez mais presentes na vida de alunos e professores confirmam essa importância.

Você por acaso já imaginou como seria a sua vida sem fenômenos relacionados à radioatividade? Não? Pois depois deste estudo suas concepções serão reformuladas e também a forma como vê o mundo.

**No Caminho da Radioatividade** abordada os conteúdos de Radioatividade e Física Nuclear que são exemplos de tópicos da Física Moderna e Contemporânea (FMC). O objetivo deste estudo é contribuir com o estudo da, principalmente aqueles relacionados com a Física Nuclear, e assim formar indivíduos mais preparados intelectualmente e de pensamento crítico.

Nesse caminho, utilizaremos como a ferramenta de aprendizagem a problematização e uma sequência didática com atividades diferenciadas como experimentos, simulações computacionais, teatro, jogos, mapas conceituais, etc.

# Informações Preliminares

A elaboração desta sequência didática teve como fundamento a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. Esta teoria é pertencente ao construtivismo, corrente filosófica que acredita ser a apropriação do conhecimento fruto da interação entre a nova informação apresentada àquela que já pertencente ao indivíduo (MOREIRA, 2006; POZO; GOMEZ CRESPO, 2009).

Como ferramenta de ensino foi escolhida para esse trabalho o método da *Problem-Based Learning* (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), onde o professor assume a função de mediador da aprendizagem e o aluno é desafiado a desenvolver a habilidade de pensamento crítico, de análise e de usar recursos de aprendizagem para solucionar os problemas de forma integrada e organizada (MOREIRA, 2006).

Utilizou-se também neste trabalho a Teoria dos Modelos Mentais (TMM) proposta por Johnson-Laird com o objetivo de verificar e avaliação a evolução dos modelos mentais dos alunos e assim buscar indícios que apontem para uma aprendizagem mais significativa.

## Sequência Didática

Esta sequência didática possui de 9 (nove) etapas investigativas que compreende a um bimestre e explora os temas Radioatividade e Física Nuclear.

O Quadro 1 traz um resumo das atividades e os objetivos de cada um dos encontros oportunizadores de aprendizagem.

*“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato isolado mais importante que informação na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos”.*

**David Ausubel**

10/1918 – 07/2008

**Quadro 1 – Sequência Didática pertencente ao segundo momento desta pesquisa**

	<b>Etapa</b>	<b>Objetivo</b>
1	Introdução ao Conteúdo: Radioatividade	Coletar dados a fim de identificar os conhecimentos prévios dos alunos.
2	A Radioatividade na História	Conhecer os marcos históricos, personagens e suas contribuições. Avaliar conhecimentos iniciais sobre elemento radioativo por meio de MC e produção textual
3	Acidentes com Produtos Radioativos	Identificar radioatividade nos processos e as consequências dos acidentes. Avaliar criticidade sobre questões ambientais (CTSA).
4	Radioatividade e Meio Ambiente	Desenvolver a percepção da radioatividade nos fenômenos naturais. Avaliar comparativamente os resultados teóricos e práticos (gráfico) sobre meia- vida.
5	Mitos e Verdades sobre Radioatividade	Compreender a influência da radioatividade na vida das pessoas. Avaliar conhecimentos adquiridos até o momento (jogo).
6	Representação da Física Nuclear em Simuladores	Representar dos fenômenos radioativos por meio de simuladores. Avaliar comparativamente os resultados teóricos sobre decaimentos.
7	Física Nuclear e Partículas Elementares	Ampliar o conhecimento do educando acerca do mundo das partículas. Avaliar conhecimento sobre modelo padrão (partículas) por meio de atividade lúdica e MC.
8	Apresentação de Esquetes / Videos sobre Radioatividade	Desenvolver a criatividade que auxilia no aprendizado do conteúdo. Avaliar os conhecimentos mais gerais por meio da verbalização.
9	Elaboração de Mapa Conceitual	Avaliar conhecimentos adquiridos e os modelos mentais comparando aos analisados.

Fonte: o autor, 2018.

## Estrutura de apresentação das etapas

**Estudo da Radioatividade**


Esta etapa tem como objetivo: a coleta dados dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema radioatividade; a estimulação da atenção e curiosidade dos alunos; promover as primeiras orientações sobre a elaboração de mapas conceituais.

**Questão problematizadora:**

- Porque as pessoas tem tanto medo da Radioatividade?

**Conteúdos:**  
Radioatividade (concepções prévias); Mapa conceitual.

**Atividades propostas:**

- 1) Apresentação da proposta e objetivos do curso e organização das atividades.
- 2) Aplicação de um questionário de verificação das concepções prévias dos alunos.
- 3) Perguntas e Respostas sobre Radioatividade.
- 4) Elaboração de Mapas Conceituais (Aula 1)

**Duração:**  
2 horas/aula.

7

Objetivos e informações gerais sobre a etapa investigativa.

Questões problematizadoras que serão respondidas no final da cada etapa.

Conteúdos ministrados durante a execução da etapa.

Atividades propostas utilizando recursos variados para alcançar os objetivos previstos.

**Obs:** nas páginas seguintes as atividades são descritas de forma mais detalhada.

## Questões problematizadoras

Cada etapa traz no seu corpo pelo menos uma questão problematizadora com a qual os alunos devem interagir ainda no início da aula, pois a função destas questões é despertar a curiosidade e conduzir todo processo de aprendizagem. Esta problemática deve ser resolvida ao longo da aplicação das atividades da etapa em questão.

Dentre as atividades que compõe cada etapa investigativa, iremos propor uma que julgamos já ter o aluno a capacidade para expressar suas hipóteses de solução da problemática, porém fica a cargo do professor, de acordo com o andamento da aula, escolher o melhor momento para aplicar as atividades de avaliação.

Bom trabalho!



# Estudo da Radioatividade



Esta etapa tem como objetivo: a coleta dados dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema radioatividade; a estimulação da atenção e curiosidade dos alunos; promover as primeiras orientações sobre a elaboração de mapas conceituais.



## Questão problematizadora:

- Por que as pessoas tem tanto medo da Radioatividade?

## Conteúdos:

Radioatividade (concepções prévias); Mapa conceitual.

## Atividades propostas:

- 1) Apresentação da proposta e objetivos do curso e organização das atividades.
- 2) Aplicação de um questionário de verificação das concepções prévias dos alunos.
- 3) Perguntas e Respostas sobre Radioatividade.
- 4) Elaboração de Mapas Conceituais (Aula 1)

## Duração:

2 horas/aula.

## Atividade 1.

### **Apresentação da proposta e objetivos do curso e organização das atividades.**

Esta atividade tem o objetivo de orientar os alunos sobre a proposta de aplicação deste produto educacional e a organização das atividades.

Para alcançar um bom resultado, os alunos devem conhecer a metodologia utilizada na ministração do conteúdo, os passos que serão seguidos, a importância da participação na realização das atividades e constante postura crítica em cada etapa.

Vale lembrar que cada aula traz subsídios para a realização das atividades em curso e das posteriores, e que as manifestações em cada atividade servirão de subsídios para avaliação dos modelos mentais.

### **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

É um método da aprendizagem onde o professor assume a função de mediador e o aluno é desafiado a desenvolver habilidades de pensamento crítico, análise e utilizar recursos de aprendizagem para solucionar os problemas de forma integrada e organizada.

É uma forma de aprendizado que estimula a pró-atividade e o aprimoramento pessoal em um grupo acadêmico por meio de discussões profundas de casos interdisciplinares.

Nesta sequência didática, a ABP é constituída por quatro etapas:

**1ª. Etapa:** Escolha de uma problemática pertinente ao contexto do aprendiz, para que a identificação imediata promova a interação com a atividade proposta.

**2ª. Etapa:** De posse da problemática, os aprendizes iniciam o processo de organização do contexto, buscando o aprofundamento do conhecimento. Esta etapa segue com discussões e planejamento das investidas para chegar à solução dos problemas propostos.

**3ª. Etapa:** Com outros recursos fornecidos pelo professor, os aprendizes se apropriam das informações por meio de leitura, análise crítica e todos os recursos à sua disposição para levantar as hipóteses de solução.

**4ª. Etapa:** Elaboração de conclusões e reflexões, apresentação dos resultados.

(SOUZA; DOURADO, 2015).



## Atividade 2.

### **Aplicação de um questionário de verificação das concepções prévias dos alunos.**

Esta atividade tem como objetivo principal o conhecimento das concepções prévias dos alunos, utilizando para tanto um questionário com questões objetivas e subjetivas.

Por meio dele é possível mensurar e qualificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos temas a serem trabalhados, com a possibilidade dar mais ênfase ou suplementar uma ou outra etapa desta sequência.

O Questionário Inicial deve ser reproduzido e distribuído aos alunos que devem ser orientados a responder as questões da forma que mais adequada naquele momento, sem a preocupação de errar ou acertar.

Observação: até este momento não existem respostas corretas ou erradas, o que se procura com essa atividade é conhecer o que o aluno “sabe” para decidir sobre o foco das atividades nos passos seguintes.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), o fator mais importante e que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe sobre determinado assunto.

Este aspecto preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz é o que a TAS define como subsunçor ou ideia-âncora.

### **Subsunçor**

É um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aprendiz que serve de “âncoradouro” a uma nova informação, permitindo ao indivíduo atribuir-lhe significado.

Conforme a nova informação vai se ancorando em subsunçores relevantes, estes são alterados.



## QUESTIONÁRIO INICIAL

1) Quando se quebra um pedaço de madeira, cada parte também é madeira. Se continuássemos dividindo essa madeira até chegar ao limite de não poder mais, o material continuaria sendo madeira? Qual é a composição da madeira? Se não continuar sendo madeira se transformou em que?

---

2) Qual a menor unidade que constitui a matéria? Qual é o seu formato?

---

3) Qual das figuras abaixo você acredita que tenha relação direta com o risco radioatividade?



4) No cenário energético mundial as Usinas Nucleares são muito importantes. Nelas, as reações nucleares e a aplicação direta das propriedades da radioatividade, são comuns e necessárias.

A Radioatividade também pode ser utilizada no(a):

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| ( ) Conservação de alimentos | ( ) Tratamento de câncer |
| ( ) Forno Micro-ondas        | ( ) Tratamento de água   |
| ( ) Aparelho de Raio X       | ( ) Fabricação de Bombas |

5) É comum ouvir pessoas dizendo que a radioatividade pode causar câncer, porém é mais comum ouvi-las dizendo que a radioatividade está sendo utilizada para curar o câncer. Quem está falando a verdade? Como pode ser possível duas afirmações distintas sobre o mesmo tema?

---

6) Você acredita que o contato com material Radioativo pode dar ao indivíduo superpoderes?

- ( ) Sim      ( ) Não      ( ) Talvez

Por que? \_\_\_\_\_

7) Há um medo global dos efeitos da radioatividade. Você acredita que em Campos dos Goytacazes exista algum risco de ter algum acidente com produtos radioativos?

( ) Não. Por que? \_\_\_\_\_

( ) Sim. Qual e como poderia ser esse acidente? \_\_\_\_\_

---

8) No verão sempre se fala em tomar cuidado com a pele por causa da radiação que pode causar o câncer de pele. Existe alguma relação da radioatividade com a radiação? Justifique suas respostas.

---

### Atividade 3.

#### Perguntas e Respostas sobre Radioatividade.

Esta atividade também tem como objetivo identificar as concepções prévias dos alunos por meio da explicitação de seu modelo mental de trabalho (memória de curto prazo).

Como ainda não foram ministrados conteúdos, pressupõe-se que as respostas do aprendiz serão fruto das informações que eles já possuem sobre o assunto.

#### Preparação

Para essa atividade serão necessários:

- um recipiente para acondicionar as perguntas que serão sorteadas pelos alunos;
- as perguntas devidamente separadas e dobradas.

Nesta atividade, os alunos são divididos em duplas ou trios, segundo o quantitativo de alunos na turma.

#### Execução

Representando o grupo, cada aluno retira uma pergunta do recipiente, lê, discute com os parceiros e responde.

O professor deve criar novos questionamentos a partir da resposta de cada aluno, incentivando a discussão e a participação dos grupos.

**Obs:** ainda não há respostas certas ou erradas, pois esta atividade também é de coleta de dados, o intuito é despertar a curiosidade e o interesse.

O professor pode propor aos grupos que tentem formular hipóteses para responder à questão problematizadora inicial.

As soluções da problemática inicial devem ser guardadas como parâmetro para comparação dos modelos mentais do aluno ao longo das etapas investigativas.

Sobre qual país foi lançada a 1ª bomba atômica?	Quais países possuem bomba atômica?
Existe algum alimento que possa ter uma radiação tão alta que dê pra medir o seu valor?	Como se chama o tratamento médico que utiliza a radioatividade?
Cite uma utilização pacífica para a radioatividade.	Radiação e radioatividade é a mesma coisa?
A energia proveniente do sol é resultado da união de dois átomos que forma outro diferente?	A radiação do forno de micro-ondas provoca câncer?
Angra dos Reis possui três usinas nucleares?	O que acontece quando uma bomba atômica 'explode'?
A radiação do celular pode causar câncer?	O Brasil possui bomba atômica?
O raio $\beta$ não consegue atravessar a pele?	O raio $\alpha$ não consegue atravessar a pele?
É possível que um acidente com produto radioativo aconteça em Campos dos Goytacazes-RJ?	Qual é a menor unidade da matéria?
É possível adquirir superpoderes no contato com produtos radiativos?	O raio $\gamma$ não consegue atravessar a pele?
A bomba atômica e a usina nuclear utilizam o mesmo elemento químico?	Uma pessoa exposta à radiação passa a ser radioativa também?
Todo dia recebemos uma radiação que corresponde a fazer 10 chapas de raio X?	Por que grávidas devem evitar exposição ao raio X?

## Atividade 4.

### Elaboração de Mapas Conceituais (Aula 1)

Nesta primeira aula serão trabalhados os aspectos das proposições no Mapa Conceitual, ou seja, a utilização de termos de ligação entre dois conceitos para expressar claramente a relação conceitual.



Termo de ligação são expressões utilizadas para unir conceitos e expressar claramente uma relação conceitual que evidencie uma proposição.

Os alunos devem ser orientados a destacar conceitos relacionados ao tema e, a cada dois, estabelecer relação utilizando termos de ligação.

O Mapa Conceitual (MC) é uma ferramenta que permite organizar e representar, graficamente e através de um esquema, o conhecimento. Nele, um conceito é representado por meio de relações com outros conceitos através de proposições.

A criação de um MC obriga o aluno a relacionar conceitos, sendo considerado um método que gera aprendizagem ativa, pois permite resumi os principais conteúdos de um texto e organizar ideias.

O professor deve observar nesta etapa as informações que os alunos trazem a respeito do tema.

Estas informações podem influenciar as outras etapas, seja suprimindo ou suplementando as atividades.

O professor deve estar atento à proposta de ensino, sendo assim, todas as intervenções que se fizerem necessárias, devem ter um caráter problematizador.

# A Radioatividade na História



Deseja-se nesta atividade situar os alunos no contexto histórico mundial que foi preponderante para avanços significativos nos estudos da energia nuclear e, ao mesmo tempo, buscar nos educando uma interação humana e social com as causas e consequências das decisões tomadas naquele recorte histórico, tendo como foco de discussão a abordagem CTSA



## Questões problematizadoras:

- Por que as pessoas criaram a bomba atômica?
- Como você avalia a participação do Einstein na construção da bomba atômica?
- Qual será o futuro da humanidade com a atual política armamentista?

## Conteúdos:

História da Radioatividade.

## Atividades propostas:

- 1) Apresentação de vídeo.
- 2) Leitura crítica da carta de Einstein.
- 3) Discussões.
- 4) Elaboração de Mapas Conceituais (Aula 2)

## Duração:

2 horas/aula.

## Atividade 1.

### Apresentação de vídeo.

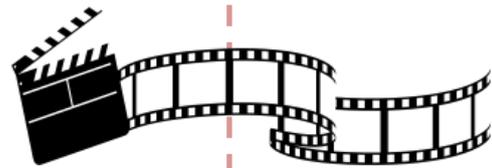
Einstein: Equação de Vida e Morte.

Disponível em: [http://www.dailymotion.com/video/x1tua3i\\_einstein-e-sua-equacao-de-vida-e-morte-history-channel\\_school](http://www.dailymotion.com/video/x1tua3i_einstein-e-sua-equacao-de-vida-e-morte-history-channel_school) (acesso em Dez/2018).

### EINSTEIN: EQUAÇÃO DA VIDA E DA MORTE

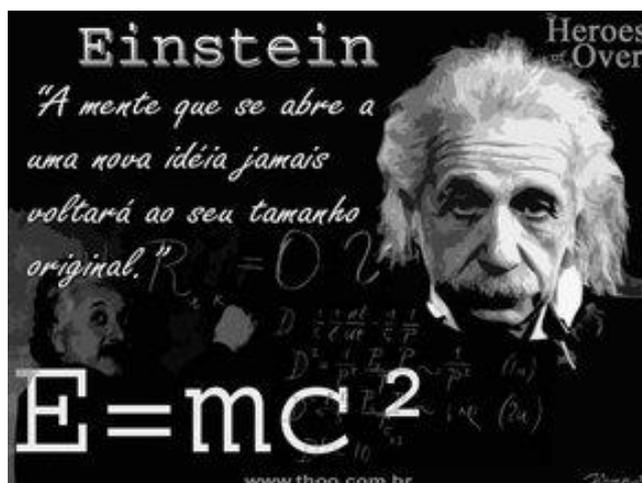
Duração: 00:44:00

Estréia: 27 de Abril de 2003



### SINOPSE

Em 1939, às vésperas da 2ª Guerra Mundial, Albert Einstein escreveu uma carta ao presidente americano Franklin Roosevelt: "Senhor, o elemento urânio pode ser convertido em uma nova e importante fonte de energia no futuro imediato. Certos aspectos da presente situação parecem pedir cautela e se necessário uma rápida ação da parte do governo. Bombas extremamente poderosas de um novo tipo agora podem ser construídas". A carta tratava da uma aplicação da famosa equação de Einstein  $E = MC^2$ , e do medo de que os nazistas a usassem para construir a bomba atômica. Sua carta desencadeou uma série de fatos que levaram à destruição de Hiroshima e Nagasaki. Albert Einstein depois diria que escrever esta carta foi o grande erro de sua vida. Esta é a história da famosa equação e de como  $E=MC^2$  mudou o curso da história e da vida de Einstein.



## Atividade 2.

### **Leitura crítica da carta de Einstein.**

Nesta atividade os alunos terão acesso ao compêndio da carta histórica que Einstein enviou para o presidente Roosevelt e que, possivelmente, iniciou a corrida americana da construção da bomba atômica.

Ali terão a oportunidade de conhecer a história e se posicionar criticamente sobre a ciência e as suas consequências.

**Observação:** A carta apresentada neste material é uma tradução livre do autor, com seleção de trechos que este julgou serem mais importantes para essa atividade.

*A Carta original se encontra no ANEXO 1.*

Albert Einstein  
2 de Agosto de 1939

Franklin D. Roosevelt  
Presidente dos Estados Unidos

Senhor:

Alguns trabalhos recentes realizados por Fermi e Szilard, me levam a crer que o elemento urânio possa se converter em uma nova e importante fonte de energia no futuro imediato. Porém alguns detalhes da produção requer vigilância. Por isso, acho que é meu dever chamar sua atenção para os seguintes fatos:

No curso dos últimos meses surgiram a probabilidade de que pudéssemos iniciar uma reação nuclear em cadeia com urânio, gerando enormes quantidades de potência. O que parece quase seguro é possível chegar a este objetivo no futuro imediato.

Este novo fenômeno poderia conduzir também à construção de bombas extremamente poderosas. Somente uma bomba desse tipo, levada por um barco, poderia destruir o porto e toda a área vizinha.

Em vista desta situação, você poderia pensar em contatar um grupo de físicos que trabalham em reações em cadeia nos Estados Unidos. Uma pessoa de sua inteira confiança poderia fazer este contato, com as seguintes funções:

- a) assegurar um fornecimento de urânio para os Estados Unidos.
- b) unir empresas e laboratórios para ter recursos financeiros para a pesquisa.

A Alemanha já tomou à força as minas de urânio da Checoslováquia e bloqueou a venda. Esta ação poderia ser entendida como uma tentativa de sair na frente replicando os trabalhos com urânio realizados nos Estados Unidos.

Sinceramente seu,  
Albert Einstein

### **Atividade 3.**

#### **Discussões.**

Aqui os alunos têm a oportunidade de discutir em seus grupos sobre as informações percebidas nas atividades anteriores.

Com base no material, os grupos deverão produzir um texto de aproximadamente 15 (quinze) linhas que responda às questões problemáticas iniciais.

Trata-se de um texto de estrutura livre, o que mais importa nesta atividade é desenvolver no aprendiz uma postura crítica que será necessária em outras etapas desta proposta didática.

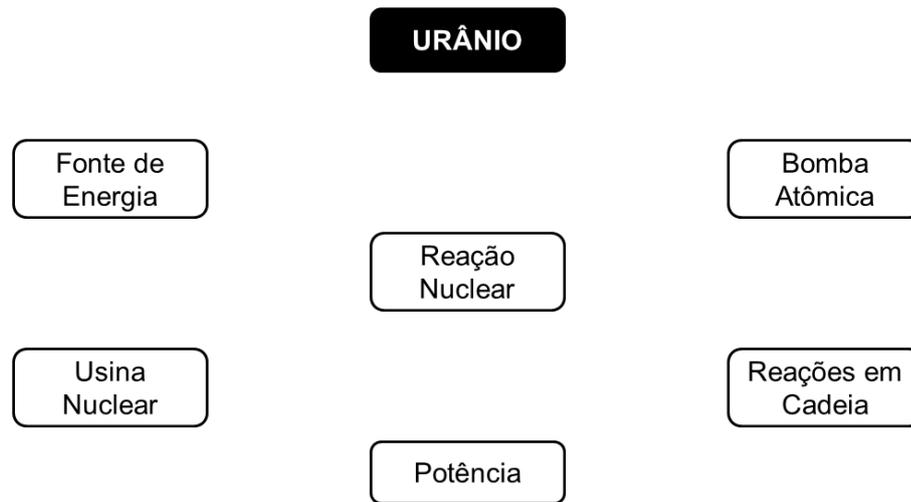
### **Atividade 4.**

#### **Elaboração de Mapas Conceituais (Aula 2).**

Esta aula de MC tem como objetivo a criação de novas proposições, mas utilizando uma estrutura de MC.

Para tanto será utilizada como referência para a elaboração do mapa a carta escrita por Einstein e também o recurso de aprendizagem denominado Mapa Conceitual Semiestrutura (MCSE).

“O objetivo do MCSE é estimular um exercício de síntese pela seleção dos conceitos mais relevantes, sem restringir o número de proposições que o aluno pode elaborar” (AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 150).



Os conceitos do MCSE foram retirados do texto seguindo a inferência existente e dispostos numa ordem radial aleatória, isso não impede que o professor (ou o aluno) acrescente outros conceitos ou mude a disposição dos conceitos apresentados.

# Acidentes Radioativos



Esta etapa tem como objetivo trabalhar as questões relacionadas às causas e consequências dos acidentes radioativos, levando-se em conta os riscos econômicos, ambientais e sociais. Essa instrução está dentro dos princípios norteadores do enfoque CTSA para o ensino de Ciências de um modo geral.

## Questões problematizadoras:

- É possível que ocorra um acidente radioativo aqui bem próximo de nós?
- Quais as consequências de um acidente com produtos radioativos?

## Conteúdos:

Radioatividade Natural; Elementos radioativos; Transmutação; principais acidentes.

## Atividades propostas:

- 1) Leitura de textos e reportagens sobre acidentes radioativos.
- 2) Produção de manifesto.
- 3) Aula expositiva.

## Duração:

2 horas/aula.

CTS/CTSA  
Ciência-  
Tecnologia-  
Sociedade-  
Ambiente.  
Proposta de  
ensino que  
surgiu pelo  
agravamento  
dos problemas  
ambientais  
causados após a  
Segunda Guerra  
Mundial, tendo  
por objetivo  
preparar os  
alunos para o  
exercício da  
cidadania  
através da  
abordagem dos  
conteúdos  
científicos no  
seu contexto  
social  
  
(SANTOS;  
MORTIMER,  
2002).

## Atividade 1.

### **Leitura de textos e reportagens sobre acidentes radioativos..**

Nesta atividade serão utilizadas reportagens/notícias de acidentes com produtos radioativos que ocorreram ao longo dos anos, dentre eles o de Goiânia em 1987, com o Césio-137.

A turma deve ser dividida em pequenos grupos para identificar nos textos lidos os pontos que serão compartilhados com os demais grupos.

É importante que os alunos tenham contato com textos jornalísticos que tratem dos assuntos estudados, pois isso provoca reflexão, trazendo para o seu cotidiano as informações percebidas em sala de aula.

### **Algumas das reportagens utilizadas:**

1) **Acidente com Césio-137 em Goiânia.** Disponível em:

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica>>

2) **Como o Brasil sofreu o pior acidente radioativo ocorrido fora de uma instalação nuclear no mundo.** Disponível em:

<<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018>>

3) **5 acidentes radioativos recentes que chocaram o mundo e deixaram mortos.** Disponível em:

<<https://www.tecmundo.com.br/quimica/>>

4) **Notícias sobre Acidentes nucleares.** Disponível em:

<<https://exame.abril.com.br/noticias-sobre/acidentes-nucleares/>>

5) **A misteriosa nuvem radioativa que cobriu a Europa por mais de 15 dias.** Disponível em:

<<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-41955593>>

## Atividade 2.

### Produção de manifesto.

Este é um momento de discussões sobre os acidentes, onde cada grupo apresenta os elementos principais retirado do texto lido e todos, sob a mediação do professor, tem a oportunidade de compartilhar as informações percebidas.

No final desta atividade deve-se preparar um manifesto, em pequenos ou grandes grupos, sobre o posicionamento dos alunos quanto aos riscos observados nas reportagens.

### Manifesto

É um gênero textual que consiste numa declaração pública, formal e persuasiva para transmitir de opiniões e ideias.

O manifesto é considerado uma importante ferramenta democrática, pois possibilita a expressão pública de assunto de cunho social, político, cultural ou religioso.

### Estrutura do Manifesto

- Título;
- Identificação da problemática;
- Análise da problemática;
- Argumentação dos autores sobre o assunto;
- Apresentação de supostas soluções;
- Local, data e assinatura de todos os manifestantes.



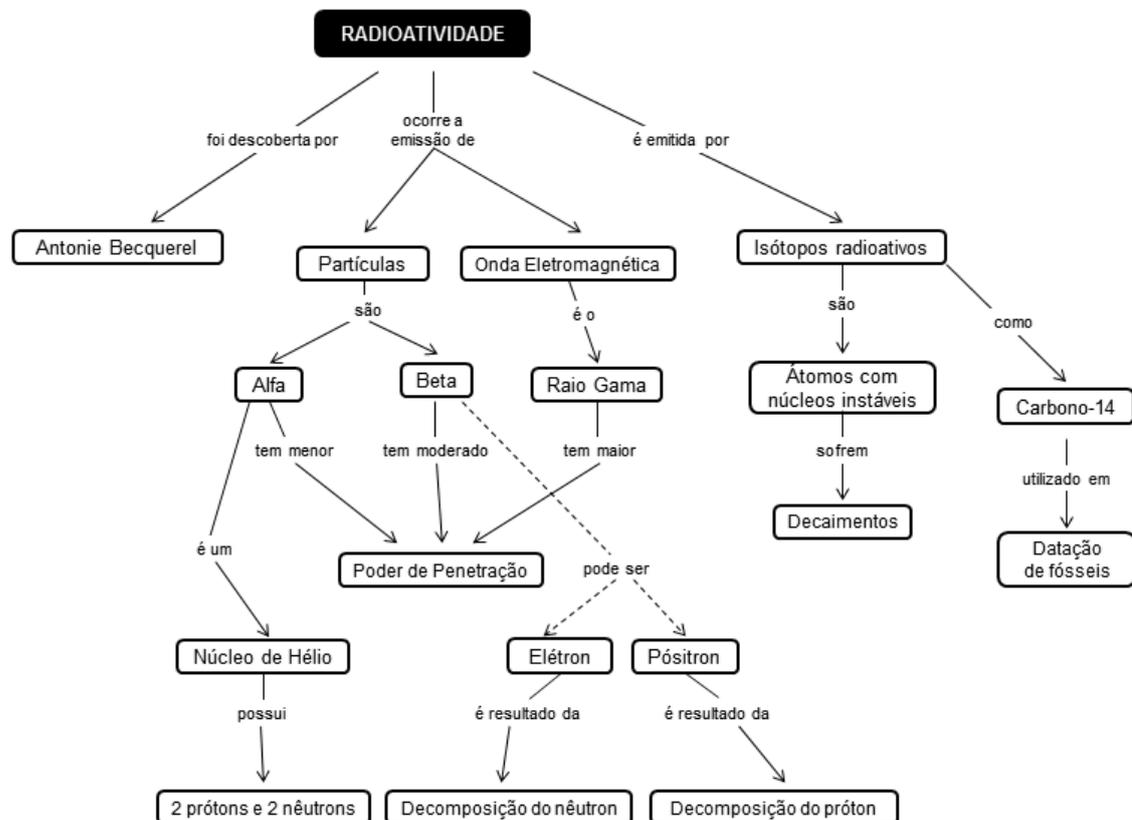
O professor pode incentivar os alunos a utilizar a resposta das questões problematizadoras como parte da problemática que exige a estrutura do manifesto, possibilitando assim uma análise mais crítica sobre as respostas dos alunos.

### Atividade 3.

#### Aula expositiva.

Alguns aspectos e termos científicos da radioatividade são necessários para a continuidade do estudo, portanto esta aula expositiva, que trata das propriedades, relembra fatos e contextos históricos, define isótopos, faz referência às características dos átomos radioativos, os decaimentos e os aspectos concernentes à transmutação. O objetivo é introduzir os conceitos de decaimentos radioativos, caracterizando e diferenciando-os tanto pela natureza dos componentes emitidos, quanto pela utilização nas diversas áreas.

O conteúdo ministrado deverá ser disponibilizado na forma de MC, pois assim terão contato com um mapa estruturado, podendo compreender a sua funcionalidade como ferramenta de ensino e aprendizagem.



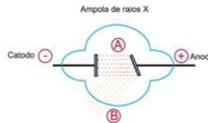
Slides da aula expositiva.



**Física**  
Ensino Médio - 2º Ano  
**LEIS DA RADIOATIVIDADE**

**Radioatividade**

**RADIOATIVIDADE – RAIOS-X**  
*Wilhelm Roentgen* - descoberta dos raios-X em 5/11/1895  
⇒ II Revolução Científica.  
Raios-X - raios eletricamente neutros e invisíveis que atravessam papel, madeira e finas lâminas de metal.



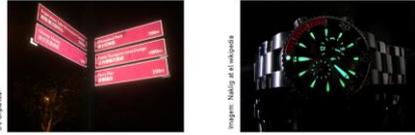
Um forte feixe de elétrons (A) sai do cátodo e se choca contra o ânodo produzindo um feixe de raios X (B).



Imagem: SEE-PE, Redesenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.  
Imagem: Wilhelm Roentgen / United States Public Domain.

**Radioatividade**

**RADIOATIVIDADE – EMISSÕES ESPONTÂNEAS**  
*Henri Becquerel* (1896) - Estudo da luminescência ⇒ Descoberta de emissões espontâneas diferentes dos raios-X;  
⇒ Violação da conservação da energia.



Fluorescência                      Fosforescência

Imagem: Nipad324 / Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International  
Imagem: Nabilg / et al / iStockphoto

**Radioatividade**

**NATUREZA DA RADIOATIVIDADE**  
*Marie Curie* (em 16/12/1897) - uso do termo **radioatividade** (Nobel de Física)  
⇒ Descoberta do **polônio** e do **rádio** (Nobel de Química)  
**Diferença entre a radioatividade e os raios-X:**

- raios-x são produzidos quando uma substância (gás) é bombardeada;
- a radioatividade ocorre espontaneamente.

**Radioatividade**

**RADIOATIVIDADE**  
Radioatividade ⇒ Está voltada para os fenômenos relacionados ao núcleo atômico;  
Reação nuclear ⇒ Processo no qual o núcleo de um átomo sofre alguma alteração;  
Nuclídeo ⇒ Nome dado a um núcleo caracterizado por um número atômico (Z) e um número de massa (A) →  ${}_Z^AX^A$ ;  
Radionuclídeo ou radioisótopo ⇒ Nuclídeo emissor de radiação.

**Radioatividade**

**RADIAÇÕES  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$**

Emissão	Símbolo	Penetração	Ionização	Desvio
Alfa	${}_2\alpha^4$	Baixa	Alta	Pequeno
Beta	${}_{-1}\beta^0$	Alta	Média	Grande
Gama	${}_0\gamma^0$	Altíssima	Baixa	Não desvia

**Radioatividade**

**EMISSÕES RADIOATIVAS**

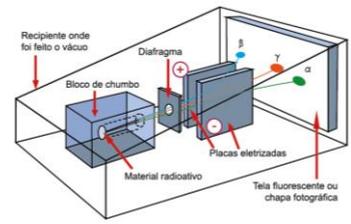


Imagem: SEE-PE, Redesenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.

**Radioatividade**

**PODER DEP**

Materiais que protegem uma pessoa da radiação



Imagem: SEE-PE, Redesenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.

As partículas Alfa são paradas por uma folha de papel, enquanto as partículas Beta só são paradas por uma placa de alumínio. Já as partículas de radiação Gama penetram a matéria, sendo paradas completamente por uma parede de chumbo de 4 metros de espessura.

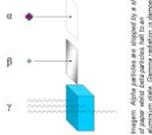


Imagem: SEE-PE, Redesenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.

### Radioatividade

## REATOR NUCLEAR




Imagem: US Department of Energy / Public Domain

Imagem: Princeton Plasma Physics Laboratory / Creative Commons Attribution 3.0 license

Imagem: Commons Attribution 3.0 license

Dr. Norman Hilberry (esquerda) e Dr. Leo Szilard, em frente ao laboratório onde foi construído o primeiro reator nuclear durante a 2ª Guerra Mundial. Ambos trabalharam com o Dr. Enrico Fermi para conseguir a primeira reação de energia nuclear auto-sustentável, realizada em 02 de Dezembro de 1942 na Universidade de Chicago.

Vista externa do reator NSTX.

### Radioatividade

## BOMBA ATÔMICA

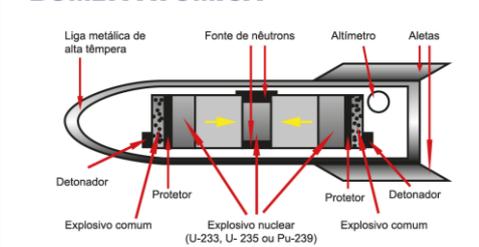


Imagem: SEE/FE, Redesenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.

### Radioatividade

## ACIDENTES NUCLEARES...




Imagens: United States Department of Energy / Public Domain

Imagem: Commons Attribution 3.0 license

Imagem: Commons Attribution 3.0 license

28/Março/1979. Three-Mile Island - EUA

26/Abril/1986. Chernobyl - Ucrânia

### Radioatividade

## BRASIL NA ERA NUCLEAR




Imagem: Reuters / Creative Commons Attribution 3.0 license

Imagem: André Kuchery / OML Free Documentation License

**RESERVAS BRASILEIRAS DE URÂNIO**  
(localização)

**Angra-I e II no Rio de Janeiro; e Reservas de urânio no Brasil.**

### Radioatividade

## APLICAÇÕES DA RADIOATIVIDADE

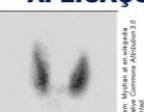



Imagem: Murtas de en.wikipedia / Creative Commons Attribution 3.0 license

Imagem: Smithsonian / Public Domain

Imagem: Alameda de época gravemente, proveniente de foto / Gouern. Statista

$$\begin{aligned}
 & \text{① } {}^1_0\text{n} + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow \text{② } {}^{13}_6\text{C} + \text{p} \\
 & \text{② } {}^{13}_6\text{C} \rightarrow \text{③ } {}^{14}_6\text{C} + \text{e} + \bar{\nu} \\
 & \text{③ } \text{Mol } {}^{14}_6\text{C} = 10^5 \text{ Mol } {}^{12}_6\text{C} \\
 & \text{④ } \text{Mol } {}^{14}_6\text{C} > 10^5 \text{ Mol } {}^{12}_6\text{C}
 \end{aligned}$$

Imagem: The physics of decay and origin of carbon 14 for the application dating / Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 Generic and 1.0 Generic.

# Radioatividade e Meio Ambiente



Esta etapa tem como objetivo a observação da radioatividade como um fenômeno da natureza, da organização natural; facilitação da aquisição de novos conceitos, permitindo a inter-relação crítica entre os fenômenos naturais e os modelos análogos.



## Questões problematizadoras:

- Existe radioatividade nos produtos que consumimos?
- Se tem, será que isso não faz mal?

## Conteúdos:

Constituição da matéria; Revisão de conteúdo.

## Atividades propostas:

- 1) Pesquisa de curiosidades sobre a radioatividade natural.
- 2) Representação experimental da fosforescência.
- 3) Representação gráfica de meia-vida.

## Duração:

2 horas/aula.

## Atividade 1.

### Pesquisa de curiosidades sobre a radioatividade natural.

Nesta atividade os alunos tem a oportunidade de identificar, por meio de simples pesquisas, a presença de elementos radioativos em objetos comuns no seu cotidiano.

É importante que essa atividade seja comunicada com antecedência e que neste momento da aula cada grupo apresente o resultado das suas pesquisas.

### Preparação:

Os alunos serão divididos em grupos. Eles pesquisarão e prepararão uma breve apresentação por meio de cartazes (ou outro meio que o professor tiver a sua disposição) sobre a ocorrência de radioatividade nos produtos a seguir:

Água Mineral	Amendoim	Areia Monazítica
Banana	Batata	Carne
Castanha-do-Pará	Cenoura	Cerveja
Cigarro	Feijão-de-Lima	Granito

### Observação:

Estes produtos possuem manifestações radioativas mensuráveis, em alguns caso, como a castanha-do-Pará, o valor é tão considerável que 100 g emite radiação equivalente a um Raio X dentário.

Dois aspectos são importantes nesta atividade, e que favorece a solução da problematização:

- \* A identificação dos elementos químicos presentes em cada um destes alimentos radioativos, pois isso irá desmistificar a relação da radioatividade apenas ao elemento Urânio;
- \* O professor tem a oportunidade de discutir a existência da radioatividade natural nos seres, utilizando o Carbono-14 como referência, ressaltando a sua importância na datação de fósseis.

## Atividade 2.

### Representação experimental da fosforescência.

Realizar experimentos com produtos radioativos é complicado por dois aspectos: riscos inerente ao manuseio deste material e a dificuldade de encontrar amostras com potencial educacional. Por isso recorre-se a simulações de propriedades radioativas, utilizando para esse fim materiais de uso cotidiano, mas com potencial educacional.

Esta representação experimental simula a propriedade da fosforescência dos elementos radioativos descoberta por Becquerel.

### Materiais necessários:

- Luz negra;
- Sabão em pó;
- Caneta marca-texto;
- Vitamina B;
- Béquer.



### Procedimentos:

1. Coloque água em um béquer;
2. Misture a ela um pouco de sabão em pó;
3. Exponha a mistura à luz negra e observe.
4. Repita os passos anteriores utilizando a parte interna da caneta marca-texto e, em outra testagem, a vitamina B macerada,

### Comentários:

Estes produtos possuem substância que reagem à luz negra demonstrando a fosforescência, que é uma propriedade de elementos radioativos.

Vale lembrar que estes produtos não são radioativos, apenas foram utilizados neste experimento para simular uma propriedade que queremos evidenciar no nosso estudo.

### Atividade 3.

#### Representação gráfica de meia-vida.

Durante o processo de desintegração radioativa, ocorre a emissão de partículas  $\alpha$  ou  $\beta$ , a substância original transforma-se em outra diferente, com núcleo mais estável.

Essas mutações podem ser previstas a partir do conhecimento da natureza dos elementos e cálculos estatísticos.

Esta atividade busca trazer para um contexto prático os cálculos estatísticos que norteiam a propriedade da desintegração radioativa.

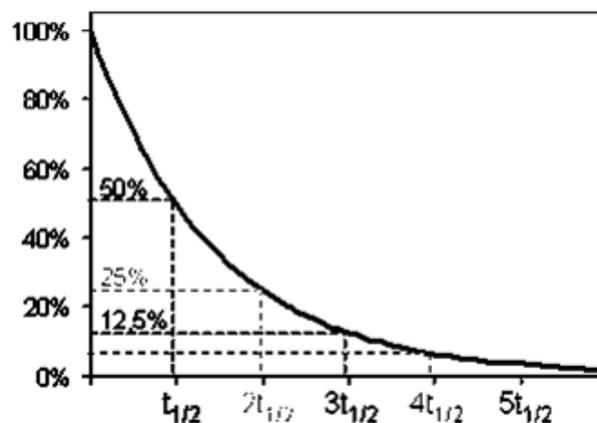
#### Desintegração radioativa

Toda desintegração radioativa envolve a emissão, pelo núcleo do átomo que se desintegra, de elétrons ou núcleos de hélio. Isso provoca uma redução no número de átomos originais.

A expressão que melhor representa a desintegração radioativa é:

$$I = I_0 e^{-\lambda t}$$

O que origina o gráfico:



Meia-vida ou semidesintegração é o tempo necessário para desintegrar a metade da massa de um radioisótopo, que pode ocorrer em segundos ou em bilhões de anos, dependendo do grau de instabilidade dele.

## Representação gráfica de meia-vida.

### Materiais necessários:

- 100 dados;
- Papel milimetrado
- Recipiente dos dados.



### Procedimentos:

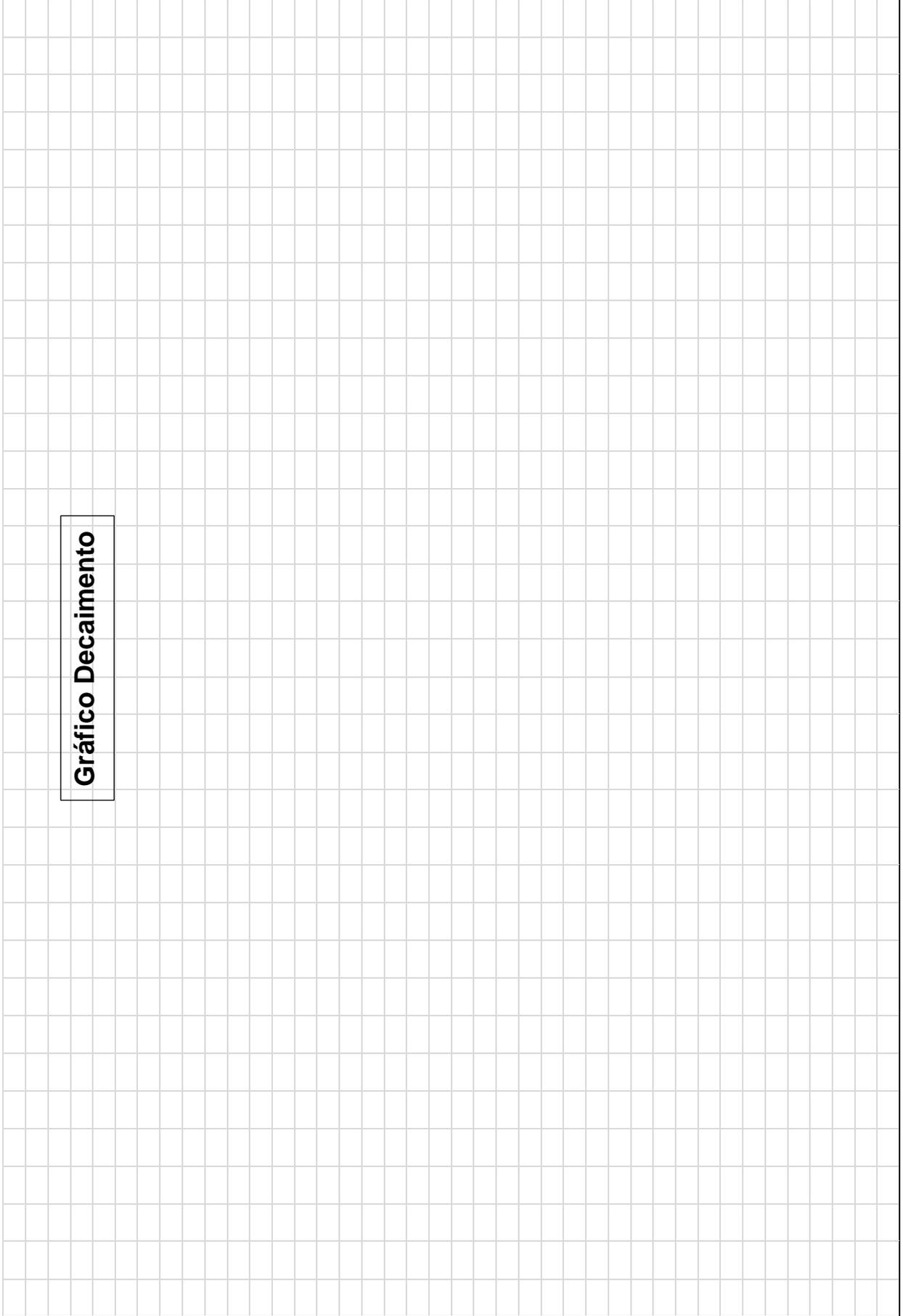
1. Lance todos os dados sobre uma superfície;
2. Separe todos aqueles que 'caírem' com a face 1 voltada para cima (esses serão os dados decaídos);
3. Repita os procedimentos anteriores até que todos os dados sejam retirados do jogo;
4. Alinhe os dados de acordo com a ordem que decaíram;
5. Monte o gráfico no papel milimetrado seguindo a quantidade de dados decaídos em cada uma das jogadas;
6. Compare o gráfico obtido com o gráfico de desintegração radioativa.

### Comentários:

Troque os gráficos entre os grupos para que os alunos possam melhor formular as hipóteses de semelhança ou diferença com o gráfico da desintegração radioativa.

Unidade

**Gráfico Decaimento**



Tempo

# Mitos e Verdades sobre a Radioatividade



O objetivo desta etapa é a compreensão da influência da radioatividade na vida das pessoas, seja relacionado ao contato físico ou aos mitos que permeiam a cultura popular; e desenvolver a criticidade dos alunos.



## Questões problematizadoras:

- É possível adquirir superpoderes após um contato com produtos radioativos?
- Qual a influência da radioatividade sobre o organismo?

## Conteúdos:

Conceitos de Radiação versus Radioatividade; Influência da radioatividade sobre o organismo.

## Atividades propostas:

- 1) Leitura de Histórias em Quadrinhos (HQ) e apresentação de vídeos.
- 2) Atividade de avaliação: MITO ou VERDADE.
- 3) Elaboração de uma HQ sobre o tema.
- 4) Atividade sobre radiação eletromagnética.

## Duração:

2 horas/aula.

## **Atividade 1.**

### **Leitura de Histórias em Quadrinhos (HQ) e apresentação de vídeos.**

Nesta etapa serão utilizados alguns trechos selecionados de HQs e vídeos que tratam do efeito da radioatividade nos seres vivos. Estes serão colocados à disposição dos alunos para que possam interagir com o material.

A literatura não formal, principalmente aquela presente nas HQs, nutrem a ideia de que o contato radioativo traz vários benefícios, dentre eles a manifestação de superpoderes.

É importante apresentar também em sala de aula estes textos para assim confrontar a ficção com a realidade e promover um debate crítico sobre os temas apresentados.

## Atividade 2.

### Atividade de avaliação: MITO ou VERDADE.

Nesta atividade o professor terá a oportunidade de avaliar os alunos em algumas questões que fizeram parte deste estudo de radioatividade.

#### Preparação:

Confeccionar placas para todos os alunos em duas cores: verde e vermelha, contendo a inscrição MITO e VERDADE.



#### Execução:

O professor lê a afirmação e os alunos se manifestam levantando uma das placas: Verde (Verdade) se acredita ser essa informação verdade ou Vermelha (Mito) se for falsa.

Essa procedimento continua até que a última afirmação tenha sido proferida.

### MITO ou VERDADE?

- 1) Qualquer nível de radiação faz mal à saúde.
- 2) Uma usina nuclear pode explodir como uma bomba atômica.
- 3) Num acidente com liberação de material radioativo, se trancar dentro de casa diminui o risco de contaminação.
- 4) As explosões solares são na verdade reações de fusão nuclear.
- 5) Uma pessoa que foi contaminada por radiação pode contaminar outra pessoa.
- 6) As usinas nucleares jogam o lixo radioativo na natureza.
- 7) Utilizar muito o micro-ondas pode provocar queda de cabelo.
- 8) Existem seres vivos que são imunes aos efeitos da radioatividade.
- 9) A radioatividade pode alterar o DNA e produzir anomalias genéticas.
- 10) Toda pessoa que faz radioterapia perde quase todo cabelo.

### Atividade 3.

#### Elaboração de uma HQ sobre o tema.

Este é um momento de discussão sobre tudo o que foi observado na leitura.

Os alunos deverão produzir uma HQ que responda à problematização inicial.

Terão á disposição apenas quatro quadros para representar e sintetizar as informações que queiram passar para responder às questões.

#### Espaço para resposta da problematização.


O foco desta atividade não é a qualidade do desenho, mas a capacidade do aluno de gerar hipóteses para responder à problemática de forma crítica.

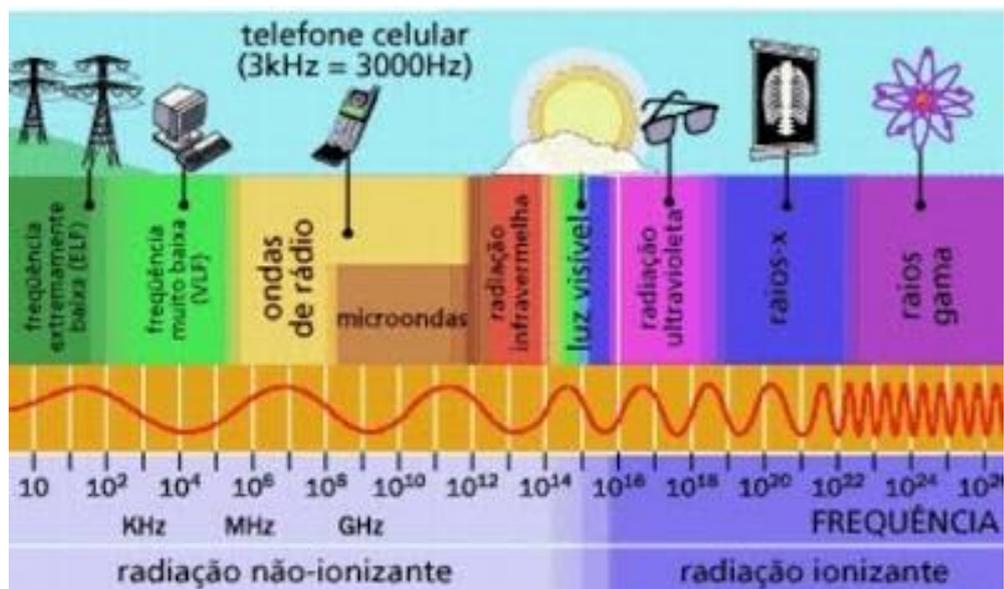
## Atividade 4.

### Atividade sobre radiação eletromagnética.

Esta etapa tem o objetivo de conceituar o espectro eletromagnético, radiação ionizante e não-ionizante, e radioatividade.

Para tanto, a sala será dividida em grupos. Cada um ficará responsável por trazer informações sobre uma parte do espectro eletromagnético. Os grupos apresentarão as informações coletadas e organizarão no quadro todo o espectro eletromagnético, o professor tem a oportunidade de problematizar as informações passadas e de complementar o conteúdo enquanto o espectro vai se formando.

A apresentação dos grupos será no 8ª etapa.



# Representações com uso de Simuladores



Representação dos fenômenos radioativos por meio de simuladores.

## Questões problematizadoras:

- Um elemento radioativo fica radioativo pra sempre?
- Quando a radioatividade acaba, o que acontece com o elemento químico?

## Conteúdos:

Meia vida; decaimentos; reações em cadeia.

## Atividades propostas:

- 1) Uso de simuladores.
- 2) Questões sobre as simulações.



## Duração:

2 horas/aula.

## Atividade 1.

### Uso de simuladores

.No estudo da Física os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos muito utilizados, pois permite fugir da forma tradicional de ensinar e também que os resultados sejam vistos com clareza, com um grande número de variáveis (COELHO, 2002).

Nesta atividade será utilizado de simuladores virtuais do *PhET*.

### *PhET*

(*Physics Education Technology Project*) da Universidade do Colorado (EUA).

É um laboratório virtual que possui inúmeras simulações de experimentos científicos. Os simuladores são de fácil utilização e após baixados podem ser executados em computadores sem conexão com a internet.

Outra possibilidade é a instalação do aplicativo do *PhET* para smartphones, onde os simuladores são previamente selecionados e podem ser utilizados posteriormente no modo *off-line*.

Porém, para execução, os computadores precisam dispor do *software Java*, só assim o programa pode ser executado.

### Simuladores na Física Nuclear

A utilização de Simuladores possibilita o estudo de temas relacionados à Física Nuclear que, por conta da sua natureza microscópica, dificilmente podem ser observados e demonstrados experimentalmente. Os simuladores representam ainda maior segurança e ludicidade no tratamento das informações



### **Conhecendo a radioatividade e as suas aplicações.**

Pretende-se apresentar de forma clara e objetiva a formação dos diversos tipos de radiações e partículas nucleares, aprender a calcular o tempo de existência de um determinado fóssil ou minério através da técnica datação de radioisótopos.

*<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/radioactive-dating-game>*

#### **Roteiro:**

1. Acesse o simulador de datação de fóssil.
2. Existe uma aba chamada de DATING GAME. Ao clicar nela, você terá um detector de radiação (Geiger Muller) e várias camadas de solo. Em cada camada existirão fósseis, contendo C-14 e minérios, contendo U-238.
3. Para usar o detector, basta clicar e arrastá-lo até o objeto. Em seguida será informada a porcentagem na parte superior esquerda e ao lado do detector, você deverá digitar a datação. Se você digitar o tempo errado, aparecerá um erro em vermelho, e se digitar corretamente, aparecerá uma tela verde.z

#### **Responda:**

- 1) Por que são empregados o C-14 e o U-238 na datação de fósseis e minérios?
- 2) Em se tratando desses radioisótopos, porque não podem ser empregados na produção de energia?
- 3) O C-14 é emissor beta. Pesquise outros radioisótopos, também emissores betas, que são aplicados em outras áreas..
- 4) Os átomos de U-238 são emissores de que tipo, faça o esquema de decaimento e compare com o do C-14?



### **Observando o decaimento radioativo beta por meio de um simulador.**

Nessa atividade os alunos poderão observar o fenômeno do decaimento radioativo beta utilizando um simulador e, dessa forma, simular o comportamento de diferentes elementos químicos.

*[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/beta-decay](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/beta-decay)*

#### **Roteiro:**

1. Acesse o simulador de decaimento radioativo.
2. Selecione a aba “Vários átomos” do simulador. Observe no menu da direita os elementos químicos disponíveis para simulação. Selecione nesse menu o hidrogênio-3 (Trítio) e estime, na figura no topo da janela, a meia-vida desse elemento em anos.
3. Descubra como funciona o “balde de átomos” no canto inferior direito do simulador e faça uma simulação de desintegração do carbono-14 para uma quantidade de 30 átomos.

#### **Responda:**

- 1) Qual o valor da meia-vida que encontrou para o trítio?
- 2) Use o balde de átomos e repita a simulação mais duas vezes. A maior parte dos átomos desintegrou-se antes ou depois do tempo de meia-vida?
- 3) Faça três simulações seguidas escolhendo diferentes quantidades iniciais de átomos e observe novamente a quantidade de átomos que se desintegram até o tempo de meia-vida.
- 4) Você diria que a forma do gráfico de decaimento desses dois elementos dessa simulação se parece com a forma do gráfico que foi traçado na atividade da aula anterior?

# Partículas Elementares



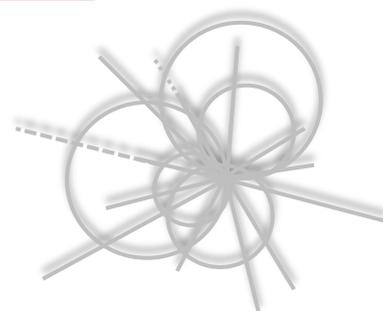
Deseja-se com estas atividades ampliar o conhecimento do educando acerca do mundo das partículas, despertando a atenção e a curiosidades para os fenômenos quânticos.

## Questões problematizadoras:

- Do que a matéria é feita?
- Existe alguma coisa menor que o átomo?

## Conteúdos:

Física Nuclear; Forças Nucleares; Partículas Elementares.



## Atividades propostas:

- 1) Apresentação de vídeo.
- 2) Reconstrução do núcleo de átomos.
- 3) Elaboração de Mapas Conceituais.

## Duração:

2 horas/aula.

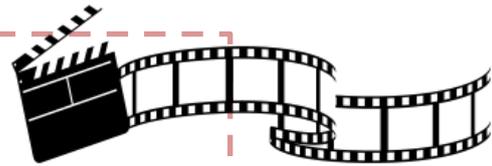
## Atividade 1.

### Apresentação de vídeo.

O Discreto Charme das Partículas Elementares

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2pfEwQq4pzE> (acesso em Dez/2018).

### O DISCRETO CHARME DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES



**Duração:** 00:44:24

**Estréia:** 27 de Abril de 2003

#### SINOPSE

Este vídeo foi reproduzido na TVCultura. As principais referências sobre a produção do vídeo constam nele. Reconheço não possuir direito de autoria sobre o vídeo, ele consta neste canal apenas para fins de estudo de turmas de ciências, com as quais trabalho.

Os principais assuntos tratados são: Partículas Elementares, LHC, Modelo Padrão, Teoria de Big Bang, Bóson de Higgs e Modelo Atômico.



## Atividade 2.

### A Reconstrução do núcleo de átomos.

Esta atividade trabalha com os conceitos dos *Quarks* e tem o objetivo de fixação de conteúdo, assim, propõe aos alunos a reconstruir núcleos de alguns átomos, utilizando *quarks*.

Nessa atividade utilizará “bolinhas” de cores diferentes para representar os *Quarks Up* e *Down*, que serão unidos por palitos.

Obs: as “bolinhas” podem ser festas de papel, massa de modelar, isopor, etc..

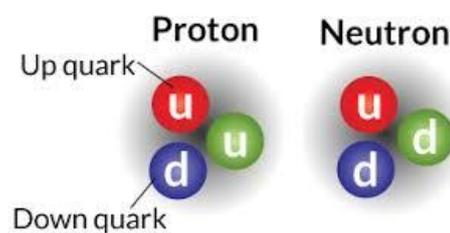


### Partículas Elementares

São partículas que não possui nenhuma subestrutura.

Os átomos possuem partículas menores conhecidas como elétrons, prótons e nêutrons.

Os prótons e nêutrons, por sua vez, são compostos de partículas mais elementares conhecidas como quarks.





# Apresentação de Esquetes



O objetivo desta etapa é o desenvolvimento da criatividade que auxilia no aprendizado do conteúdo.

## Questões problematizadoras:

- Por que as pessoas tem tanto medo da Radioatividade?
- Qual a diferença entre Radiação e Radioatividade?

## Conteúdos:

Revisão de Conteúdo.



## Atividades propostas:

- 1) Apresentação de trabalhos: espectro eletromagnético.
- 2) Apresentação de trabalhos: radioatividade.

## Duração:

2 horas/aula.

## **Atividade 1.**

### **Apresentação de trabalhos: espectro eletromagnético**

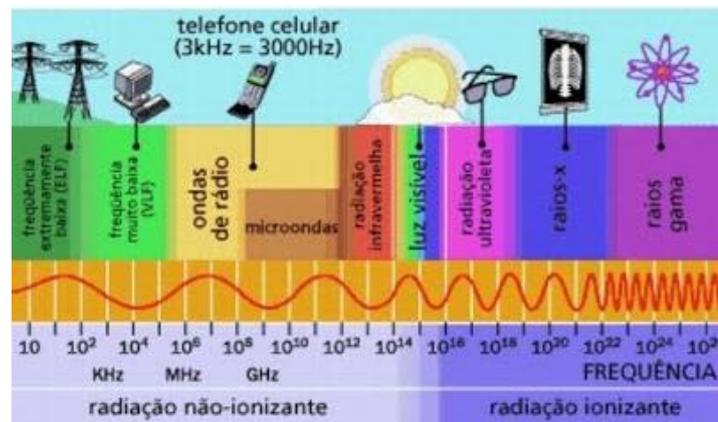
O objetivo desta atividade é relacionar/diferenciar os conceitos de radiação e radioatividade, dotar o aprendiz de informações argumentativas sobre o tema.

Os grupos irão apresentar as conclusões das suas pesquisas sobre a faixa do espectro escolhida no 5º momento.

Antes das apresentações cada aluno receberá uma bateria de questões relacionadas ao tema que serão respondidas ao longo das apresentações.

A apresentação durará no máximo 5 (cinco) minutos e será informativa.

## Espectro Eletromagnético.



### Responda:

1) O micro-ondas pode causar algum tipo de câncer? Justifique.

---

2) Podemos cozinhar alimentos utilizando ondas de rádio? Justifique.

---

3) Quais faixas do espectro podem causar câncer? Como chegou a essa conclusão?

---

4) Quais são as diferenças entre Raio X e Raio gama?

---

5) Qual é a diferença entre Radiação e Radioatividade?

---

## Atividade 2.

### **Apresentação de trabalhos: radioatividade**

Os alunos serão divididos em grupos, onde prepararão uma breve apresentação por de esquetes ou vídeos sobre o que foi trabalhado neste projeto, cada grupo encenará passagens correlacionadas com o tema radioatividade e Física Nuclear.

O objetivo desta apresentação é responder à problemática inicial: Por que as pessoas tem medo da radioatividade?

Junto à apresentação os grupos devem entregar o roteiro da representação contendo, dentre outras coisas, o objetivo e a justificativa da escolha do trecho representado.

Observação: caso o grupo opte por fazer um vídeo, é preciso observar a compatibilidade da mídia com o sistema operacional utilizado na tecnologia de projeção.

# Elaboração de um Mapa Conceitual



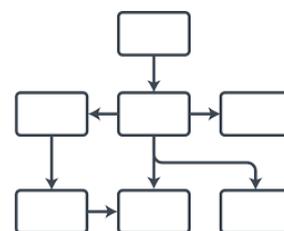
Coletar dados para análise de inícios de aprendizagem significativa.

## Questões problematizadoras:

- Por que as pessoas tem tanto medo da Radioatividade?
- Qual a diferença entre Radiação e Radioatividade?

## Conteúdos:

Revisão geral.



## Atividades de Avaliação:

Elaboração de Mapas Conceituais.

## Duração:

2 horas/aula.

## Atividade 1.

### Elaboração de Mapas Conceituais

Esta é uma atividade de avaliação.

Os alunos reunidos em seus respectivos grupos elaboraram MC, relacionando os conceitos dos conteúdos trabalhados ao longo da aplicação da proposta.

Para Aguiar & Correia (2013) dominar a técnica de construção de MC possibilita a organização e representação do conhecimento em alto nível, o que propicia a AS.

Ainda, segundo os autores, “o sucesso na utilização dos MCs como uma estratégia inovadora em sala de aula depende de um período de treinamento na técnica, que deve envolver professores (primeiro) e seus alunos (depois)”. (AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 156).

Durante a realização das etapas foram realizadas atividades que possibilitassem aos alunos o treinamento necessário para a elaboração do MC para esta avaliação final.

# Referências

AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. São Paulo, 2001

DE AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 13, n. 2, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J. W. Fundamentos da Física. Óptica e Física Moderna. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. V. 4.

LOPES, J. L. A Estrutura Quântica da Matéria: Do átomo pré-socrático às partículas elementares. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2005.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. Física: Contextos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2017.

MOREIRA, M. A. Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo: subsídios teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Porto Alegre: UFRS, 2009.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educação Científica*, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

OLIVEIRA, M. T. Considerações sobre a metáfora, a analogia e a aprendizagem em ciência. *Revista de Educação*, v. 9, n.2, São Paulo, Abr. 2000.

OLIVEIRA, V. M. C.; OLIVEIRA, V. L. B. O Livro Didático de Ciências e a Problematização. São Paulo, 2008.

REIS, J.C.O. (Coord.). Currículo Mínimo - Física. Rio de Janeiro: Secretaria do Estado de Educação do Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, W.L.P., MORTIMER, E.F., Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, v.02, n. 2, Dez/2002

SILVA, N.C. Laboratório virtual de Física Moderna: Atenuação da radiação pela matéria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 1206-1231, 2012.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. Física Ciência e Tecnologia: Eletromagnetismo, Física Moderna. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010. v. 3.

VASCONCELLOS, E. S.; SANTOS, W. L. P. Educação Ambiental por Meio de Tema CTSA: relato e análise de experiência em sala de aula. Curitiba: UFPR, 2008.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R A. Física IV: ótica e Física Moderna. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

**ANEXO 1. Carta Histórica de Albert Einstein ao presidente Franklin D. Roosevelt**

Albert Einstein  
Old Grove Rd.  
Hassau Point  
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,  
President of the United States,  
White House  
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E. Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

-2-

The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an unofficial capacity. His task might comprise the following:

a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;

b) to speed up the experimental work, which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,

*A. Einstein*

(Albert Einstein)

2/2

Fonte: André Luiz <<http://segundaguerra.net/carta-de-albert-einstein-a-roosevelt/>>,2018.

