

# DC-GOEM

## NA PRÁTICA!



3ª série  
Ensino Médio

4º Bimestre  
Estudante

**Ciências da Natureza  
e suas Tecnologias**

## Recurso Didático para o(a) Estudante



**DC-GOEM**   
**NA PRÁTICA!**

**ESTADO DE GOIÁS**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**Governador do Estado de Goiás**  
Ronaldo Ramos Caiado

**Vice-Governador do Estado de Goiás**  
Lincoln Graziani Pereira da Rocha

**Secretária de Estado de Educação**  
Aparecida de Fatima Gavioli Soares Pereira

**Superintendente de Ensino Médio**  
Osvany da Costa Gundim Cardoso

**Gerente de Produção de Materiais**  
Vanuse Batista Pires Ribeiro

**Gerente de Ensino Médio**  
Itatiara Teles de Oliveira

**Coordenadora Geral de Gerência de Produção de Material para Ensino Médio**  
Alessandra Nery da Silva

**Coordenadora de Currículo e Produção de Materiais para Ensino Médio**  
Telma Antônia Rodrigues Alves

**ELABORADORES/AS**

**Linguagens e suas Tecnologias**

Joanede Aparecida Xavier de Souza Fé - Coordenadora de Área

Aline Folly Faria Monteiro - Arte /Música

Elaene Lopes Carvalho - Língua Estrangeira/ Inglês

Fernanda Moraes de Assis – Arte/ Artes Visuais

Ivair Alves de Souza - Língua Portuguesa

Luciana Evangelista Mendes – Língua Estrangeira/ Espanhol

Luzia Mara Marcelino - Língua Portuguesa

Mara Veloso de Oliveira Barros - Arte /Artes Cênicas

Onira de Ávela Pinheiro Tancrede - Artes / Teatro  
Rosane Christina de Oliveira - Educação Física - Arte / Dança  
Renato Ribeiro Rodrigues - Educação Física - Arte / Dança

**Matemática e suas Tecnologias**

Henrique Carvalho Rodrigues – Coordenador de Área  
Alexsander Costa Sampaio  
Silvio Coelho da Silva

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Pedro Ivo Jorge de Faria – Coordenador de Área  
Alexandre Rodrigues Bernardes - Filosofia  
Carlos César Higa – Sociologia  
Fernanda Serbêto – História  
Gustavo Henrique José Barbosa – Sociologia/Filosofia  
Ione Apolinário Pinto – Geografia

**Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

Núbia Pontes Pereira – Coordenadora de Área  
Francisco Rocha – Física  
Ítalo Rodrigues Guedes - Física  
Leonardo Dantas Vieira – Física  
Murilo Pereira Ramos – Biologia  
Rosimeire Silva de Carvalho – Química  
Sandra Marcia de Oliveira Silva – Biologia  
Sara Giselle de Cassia Alexandre Gondim – Biologia

**Equipe de Revisão**

Elaine Nicolodi  
Vanuse Batista Pires Ribeiro

**Designer Gráfico**

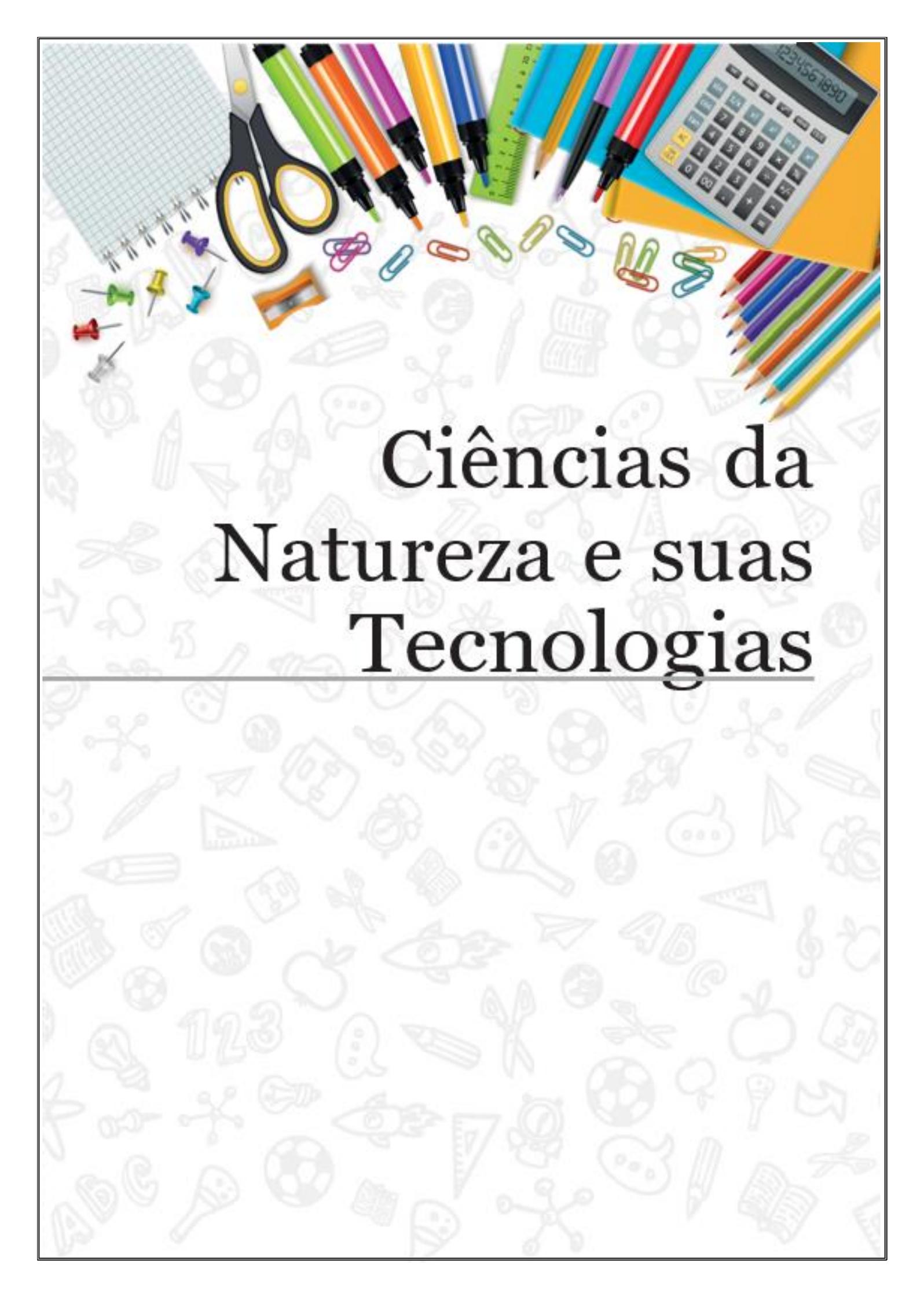
Hugo Leandro de Leles Carvalho – capa

**Edição e publicação do NetEscola e Drives de Gerência de Produção de Material para Ensino Médio**

Jhonatan César Alcântara Araújo

**Equipe de Diagramação**

Alessandra Nery da Silva  
Jhonatan César Alcântara Araújo  
Sara Giselle de Cassia Alexandre Gondim



# Ciências da Natureza e suas Tecnologias

---

## ORIENTAÇÃO AO(A) PROFESSOR(A)

Este recurso didático consiste em uma sequência de textos, atividades, sugestões de vídeos e outras mídias – pesquisados, selecionados e/ou elaborados pela equipe de Currículo e Produção de Material da Superintendência de Ensino Médio da Secretaria de Estado da Educação de Goiás. Além disso, o material está alinhado à proposta do Novo Ensino Médio e, principalmente, ao Documento Curricular para Goiás – etapa Ensino Médio, assim como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular.

As atividades aqui apresentadas poderão ser utilizadas por você e nossos(as) estudantes da rede como sugestão de abordagem dos conhecimentos relacionados tanto aos objetivos de aprendizagem quanto às habilidades específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com o que é apresentado na Bimestralização do nosso Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM).

Foram elaborados capítulos a partir de objetivos de aprendizagem e objetos de conhecimento relacionados. Esses capítulos se organizam em módulos que contemplam os três componentes da área: Biologia, Física e Química. Nesta apostila, apresentam-se, então, os conteúdos a serem abordados ao longo do 4º bimestre pelos(as) professores(as) de Biologia, Física e Química.

É importante lembrar que um dos princípios do DC-GOEM se refere ao ensino e à aprendizagem por competências e habilidades, assim como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Sendo assim, o foco da bimestralização e, conseqüentemente, deste material na forma de recurso didático bimestralizado é a proposição de atividades que contribuam com o planejamento docente, oferecendo alternativas e sugestões de abordagens integradoras de diferentes objetos de conhecimento da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Assim, ao longo do processo, esperamos que nossos(as) estudantes possam desenvolver habilidades e competências relacionadas à compreensão de fenômenos complexos do cotidiano que requerem conhecimentos interdisciplinares, ou seja, não compartimentalizados nem tomados como

exclusivos de determinado campo do conhecimento.

### CAPÍTULO 01 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

#### COMPONENTE CURRICULAR

#### BIOLOGIA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT103D)** Identificar os tipos de radiações que incidem no planeta Terra e seus efeitos diretos e indiretos sobre os seres vivos, considerando conceitos físicos, químicos e biológicos para explicar os fenômenos naturais relacionados à manutenção dos ecossistemas.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Radiação. Ecologia.

#### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Identificar os diferentes tipos de radiações.

### MOMENTO 01 – BIOLOGIA

#### Imersão Curricular



#### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

A radiação é a propagação de ondas eletromagnéticas emitidas por fontes naturais, como sol, ou artificiais. A radiação natural se realiza de maneira espontânea na natureza.

É uma ferramenta de grande importância para a pesquisa. Ela está presente e avançando na medicina, na alimentação, na agricultura e na indústria. A tecnologia nuclear evolui a passos largos, uma área em constante desenvolvimento na ciência, tecnologia e inovação.



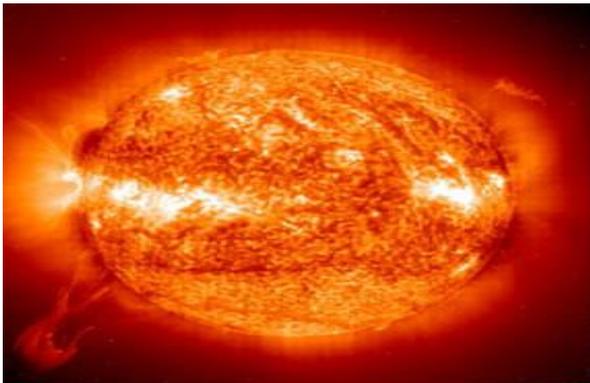
## CONCEITO

**ATENÇÃO!**

### RADIAÇÃO SOLAR

A vida na Terra é possível graças a uma combinação de fatores que juntos permitem ao planeta ter energia suficiente e na medida certa para todos seus fenômenos biológicos e físicos. Essa energia provém da estrela mais próxima chamada Sol. A radiação solar mantém a superfície terrestre a uma temperatura confortável, além de fornecer quase toda a energia necessária.

A Estrela Sol



Disponível em: [encurtador.com.br/eqtOT](http://encurtador.com.br/eqtOT). Acesso em: 14 set. 2022.

O Sol é uma esfera de plasma, constituído de partículas nucleares entre as quais encontram-se, principalmente, os núcleos de hidrogênio (prótons). A fusão nuclear, inicia quando o núcleo solar atingiu altíssima temperatura, os núcleos de hidrogênio atingiram energia suficiente, formando uma cadeia de reações, os núcleos de hélio liberam os neutrinos e raios gama, essa cadeia de reações foi citada por Bethe e recebeu o nome de ciclo próton-próton.

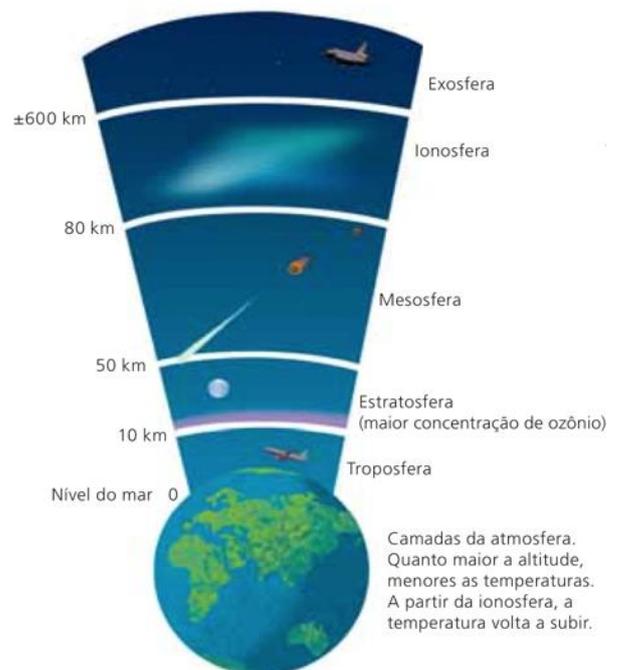
As reações nucleares que ocorrem no núcleo solar são responsáveis por 90% da energia gerada. O núcleo tem apenas 15% do volume solar. O Sol emite radiação em toda a faixa do espectro eletromagnético, desde o ultravioleta, passando pelos raios X, visível, infravermelho até radio, cujas intensidades aumentam significativamente nos

períodos de alta atividade solar. A atividade do sol está associada ao número de manchas escuras em sua superfície, as chamadas manchas solares. As manchas são regiões mais frias do que os seus arredores em razão da grande concentração de campo magnético no local, o que inibe o transporte de energia gerada no interior solar para a superfície.

A nossa atmosfera, em particular a camada superior, absorve quase totalmente a radiação na faixa do ultravioleta, que é nociva à vida terrestre. A radiação ultravioleta é absorvida na atmosfera entre 60 a 500km de altura em razão de sua interação com os átomos e moléculas, resultando em elétrons e íons livres, portanto, formando a camada ionizada denominada ionosfera.

A ionosfera está sendo analisada na Estação Antártica Comandante Ferraz localizada no Brasil, este estudo mostra o efeito do ciclo solar na sua atividade máxima que produz um abaixamento na altura da base da ionosfera, esse fato é explicado pelo aumento da radiação solar que altera as propriedades físico-químicas da ionosfera. Nesta fase, afeta as condições de propagação de sinais de rádio, podendo interferir nos sistemas de comunicação. Também nesta fase são ejetadas grandes quantidades de matéria da atmosférica solar e esse fluxo de partículas se chama vento solar.

Camadas atmosféricas e suas altitudes



Disponível em: [encurtador.com.br/dglvz](http://encurtador.com.br/dglvz). Acesso em: 14 set. 2022.

Quando esses fenômenos atingem a terra, podem perturbar o campo magnético produzindo o que chamamos de tempestades geomagnéticas que permitem a entrada de partículas de alta energia na nossa atmosfera. Essas partículas se dirigem pelas linhas do campo magnético em direção aos polos, e com isso ocorrem as mudanças químicas na atmosfera e geram efeitos visuais dessas partículas. Esse fenômeno é chamado de Aurora Boreal, mostrado na Figura 3, além dos efeitos visuais que demonstram, podem causar transtorno ao homem, como interrompimento de sistemas de navegação por satélite.

Aurora Boreal



Disponível em: [encurtador.com.br/iTYZ8](http://encurtador.com.br/iTYZ8). Acesso em: 14 set. 2022.

### As Classificações dos raios solares

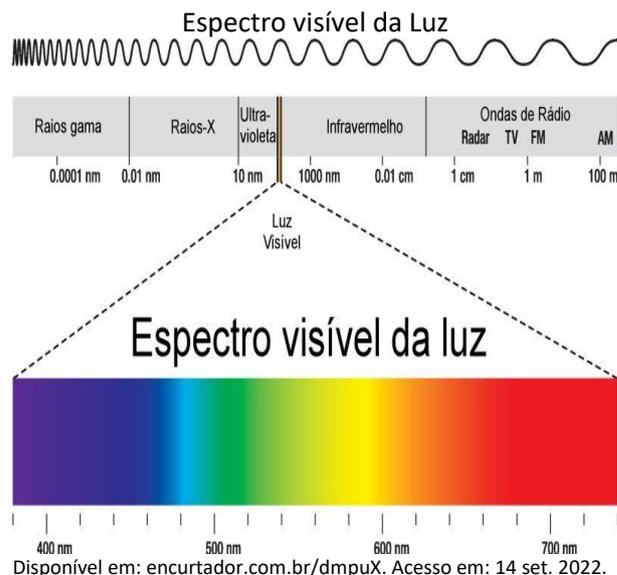
A radiação solar possui três tipos de classificações de raios também chamadas de radiações não ionizantes:

1. visíveis, fornecendo luz;
2. infravermelho;
3. ultravioleta.

### Radiação Visível

A luz visível é a radiação do sol que dá clareza, é a luz que podemos ver, que pode iluminar os objetos tornando-os visíveis, o que corresponde a cerca de 42% da radiação total que chega ao planeta.

A radiação visível (ou luz branca) corresponde a uma faixa estreita do espectro da radiação solar com comprimentos de onda de 400 a 700 nm, cujo comprimento a torna visível em cores e suas cores variam do violeta ao vermelho, observe na imagem a seguir.



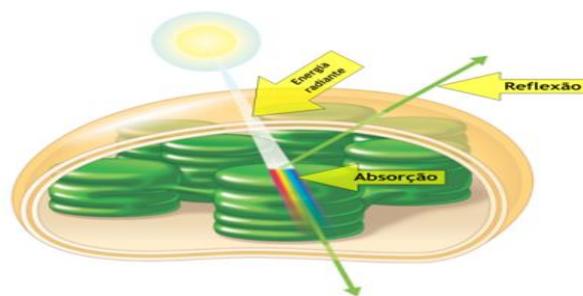
### SAIBA MAIS

### VOCÊ SABIA QUE A RADIAÇÃO VISÍVEL É A ENERGIA CERTA PARA SER USADA NO PROCESSO DE FOTOSÍNTESE?

Durante a fotossíntese, o espectro de ação da luz solar corresponde ao espectro de absorção da clorofila. A forte cor verde da clorofila é por causa de sua forte absorção das regiões azul (430 nm) e vermelha (690 nm) do espectro eletromagnético, que fazem com que a luz refletida e transmitida pareça verde. Com o processo de fotossíntese, a energia da luz solar pode ser convertida em energia química. A energia absorvida pela clorofila converte dióxido de carbono e água em carboidratos e oxigênio.

No cloroplasto, chamado complexo de antenas, contém 10 clorofilas e um carotenoide que transfere energia para o corpo, depois de absorvê-lo do sol são transferidos para os centros reativos, transferência de energia de ressonância ou transferência de elétrons.

### Absorção de radiação da luz visível pelo cloroplasto



Cientc. Disponível em: [encurtador.com.br/jAGLS](http://encurtador.com.br/jAGLS). Acesso em: 14 set. 2022.



### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre a radiação visível, acesse o material digital intitulado “Qual a influência da Luz nas plantas?”, produzido por Vicente Scopacasa. Disponível em: [encurtador.com.br/cfxzG](http://encurtador.com.br/cfxzG). Acesso em: 11 ago. 2022.

## MOMENTO 02 – BIOLOGIA

### Imersão Curricular



### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

#### RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

A radiação ultravioleta (UV) é uma pequena fração da radiação total que recebemos do sol. Foi descoberta em 1801 por Johann Wilhelm Ritter. A destruição da camada de ozônio foi observada na década de 1970 e se tornou um problema. O ozônio afeta estruturas atômicas, dissocia moléculas e tem fortes efeitos sobre os organismos vivos. A radiação ultravioleta não é perceptível a olho nu e ainda se subdivide em três tipos:

- radiação UVA;
- radiação UVB;
- radiação UVC.

A radiação UVA passa com tranquilidade pela atmosfera terrestre, atingindo todo o plano.

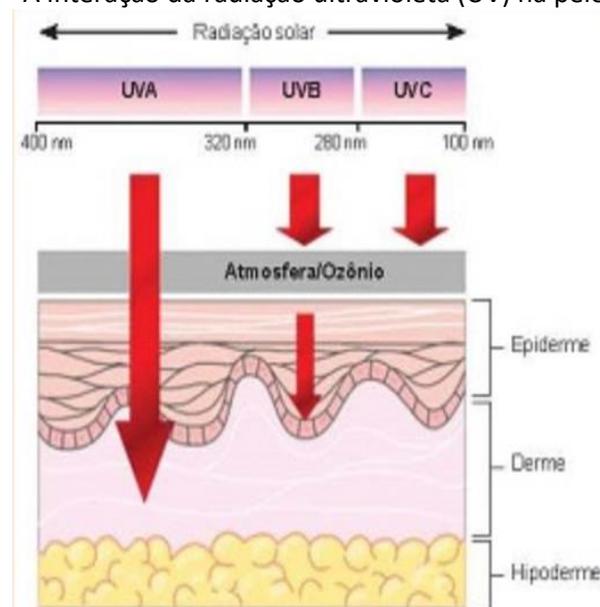
Ela está presente durante todo o ano e atinge a pele tanto no inverno como no verão. Os raios UVA penetram profundamente na pele e são os principais responsáveis pelo envelhecimento e aparência da pele. Essa radiação também está envolvida em alergias e torna a pele mais suscetível ao câncer. Os raios UVA também estão presentes nas câmaras de bronzeamento, mesmo em doses mais altas que a radiação solar.

Na imagem, a seguir, “A interação da radiação ultravioleta (UV) na pele”, podemos observar que a radiação UVB é parcialmente absorvida pela atmosfera terrestre e a parte que atinge a terra causa danos à pele. No verão, há

mais radiação UVB, que penetra na superfície da pele e causa queimaduras solares. Embora algumas pessoas acreditem que esse tipo de luz seja invisível e não cause vermelhidão, não fez mal, mas a luz UVB acelera muito o envelhecimento da pele.

A radiação UVC, por outro lado, é completamente absorvida pelo oxigênio atmosférico e pelo ozônio. Essa radiação é altamente penetrante, prejudicial à saúde, e as pessoas terão sérios problemas quando atingirem a superfície da Terra. É por isso que é tão importante proteger a camada de ozônio para evitar que os raios cada vez mais poderosos cheguem à Terra.

A interação da radiação ultravioleta (UV) na pele



Disponível em: [encurtador.com.br/pFIJ5](http://encurtador.com.br/pFIJ5). Acesso em: 14 set. 2022.



### SAIBA MAIS

#### VOCÊ SABIA QUE A RADIAÇÃO VISÍVEL ESTÁ LIGADA AO BRONZEAMENTO?

A queimadura solar é a reação cutânea mais comum à radiação UV. Quando o sol atinge nossos corpos expostos, há uma estimulação da produção de melanina (melanogênese), o pigmento fotoprotetor que o corpo possui. A melanina é liberada para reparar danos no DNA. Por causa do pigmento escuro, a pele fica mais escura, ou seja, bronzeada. Nossos olhos também são afetados pelos raios UV. O acúmulo de luz solar direta e reflexos indiretos das superfícies podem causar catarata na velhice e levar à cegueira.

## Radiação Infravermelha

Esta radiação também não pode ser vista a olho nu. Ela apresenta cerca de 50% da energia solar, sendo a maior quantidade entre as três, por causa de sua ampla capacidade de produzir agitação térmica, isso significa que ela aquece corpos e objetos expostos a ela.

A radiação infravermelha (IR) transfere energia na forma de calor e pode aumentar a temperatura da pele. A temperatura da pele humana exposta diretamente ao IR pode subir para mais de 40°C por causa da conversão do IR em calor. A exposição crônica ao calor provoca alterações na pele humana que podem levar a doenças nos olhos, eritema, hiperpigmentação, descamação fina, atrofia epidérmica e telangiectasia.

### As Radiações Solares quanto ao Tipo

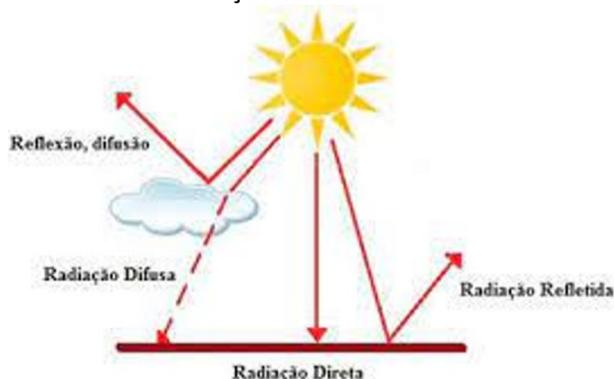
A camada de ozônio está localizada na parte alta da atmosfera e é responsável por uma pequena porcentagem de absorção da radiação, vamos entender melhor analisando.

- 1. Difusa** quando a radiação alcançou, ao menos, uma partícula de gases atmosféricos. Tende a ser maior em dias nublados.
- 2. Incidente** é aquela que se encontra em alguma barreira, fornecendo parte ou toda a sua energia.
- 3. Refletida** quando sua parcela de radiação é refletida na superfície terrestre por causa do efeito albedo.

Albedo é a medida da refletância de uma superfície. Ele mede a porcentagem de radiação solar que é refletida de volta para a atmosfera e para o espaço. Essa medição tem implicações importantes para o clima e o clima da Terra.

- 4. Absorvida** é o resto de radiação solar incidente e absorvida pela superfície terrestre, contribuindo, assim, com seu aquecimento de modo variado.

Radiação solar incidente



Disponível em: [encurtador.com.br/tAIz9](http://encurtador.com.br/tAIz9). Acesso em: 14 set. 2022.

## Prevenção Contra Raios Ultravioletas

Para evitar os efeitos nocivos da radiação ultravioleta, é necessário abster-se de banhos de sol por um tempo entre as 10h e as 16h. Aplicar protetor solar diariamente, mesmo que o sol esteja nublado, pois cria um filtro ao redor da pele. Em dias nublados, as nuvens bloqueiam o UVB e deixam o UVA passar.

É importante ressaltar a proteção da camada ozônio, controlando a incidência de gases que são produzidos a partir de diversas atividades, isso contribui para o esgotamento da camada de ozônio. Por isso alguns acordos globais e parcerias foram implementadas para a recuperação da camada de ozônio.

### A Importância da Radiação Solar

A radiação solar, sendo ela direta ou indireta, é a energia emitida pelo sol através de ondas eletromagnéticas, que é essencial para o sustento da vida no planeta Terra. Além de determinar dinâmicas e tendências atmosféricas e climáticas, possibilita, entre outras coisas, a fotossíntese das plantas citada no texto anterior.

A evolução humana tem causado vários danos ao planeta, em razão do exagerado gasto de recursos naturais. Com isso, a radiação solar apresenta-se como uma alternativa para solucionar alguns problemas, é possível utilizá-la na produção de energia. A fotovoltaica é gerada através de painéis solares, compostos por células de silício. Quando esses painéis são colocados com grande incidência solar, eles produzem energia por meio da reação entre fótons presentes na radiação e as células de silício. Esse sistema de painéis solares exige pouca manutenção, pois não poluem o meio ambiente.



### GLOSSÁRIO

**Espectro de luz.** O intervalo eletromagnético que pode ser visto pelo olho humano é conhecido como luz visível.

**Campo Eletromagnético.** É uma concentração de cargas elétricas e magnéticas que se movimentam como ondas.

Disponível

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_vis%C3%ADvel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_vis%C3%ADvel). Acesso em: 13 set. 2022.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

### INTRODUTÓRIA

#### ATIVIDADE INTRODUTÓRIA 01 –

Todos os dias ficamos expostos a vários tipos de radiações. Marque a alternativa que apresenta a radiação com maior penetração na pele humana.

- (A) Luz visível.
- (B) Raios gama.
- (C) Ultravioleta.
- (D) Infravermelho.
- (E) Micro-ondas.

#### ATIVIDADE INTRODUTÓRIA 02 –

Ao observarmos o espectro de radiação eletromagnética, qual dessas ondas têm a ampla capacidade de produzir agitação térmica?

---

---

---

---

---

---

---

---

## MOMENTO 03 – BIOLOGIA

### Recomposição: Inserção Curricular



### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

Estudante, esse é o momento de Recomposição: inserção curricular, com o objetivo de retomar conhecimentos relacionados ao descritor do Saeb:

- **Identificar os diferentes tipos de radiações.**

Este momento de Recomposição: inserção curricular resgata conhecimentos relacionados ao descritor acima e possui relação tanto com a habilidade EM13CNT103 quanto ao objetivo de aprendizagem GO-EMCNT103D, descritos no quadro inicial deste capítulo.

- (A) Ondas de rádio.
- (B) Ultravioleta.
- (C) Micro-ondas.
- (D) Infravermelho.
- (E) Raios X.



## AULA COM RECURSOS

### AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre **importância da radiação solar**, acesse o material digital intitulado “Videoaula. Radiação solar. (Natureza física e espectros de interesse agrícola, unidades)”, produzida por Agrometeorologia Videoaulas. Disponível em: [encurtador.com.br/ehU17](http://encurtador.com.br/ehU17). Acesso em: 11 ago. 2022.

As propostas de textos e atividades, a seguir, convergem para um mesmo objetivo: proporcionar aos(as) professores(as) ferramentas didáticas para identificarem as fragilidades na aprendizagem de seus(suas) estudantes, possibilitando a retomada de conhecimentos que são pré-requisitos para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa ao longo do processo. Assim, espera-se que, mais adiante, seja possível o alcance de um nivelamento na aprendizagem dos(as) estudantes em cada turma e em cada escola, considerando-se tanto os contextos quanto as realidades em que essas se encontram.

**1º - Momento:** identificar os diferentes tipos de radiações.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE PARA DIAGNOSE

### ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 01 –

A radiação solar total que atinge a superfície designa-se por radiação global e compreende;

- (A) radiação solar indireta e radiação refletida.
- (B) radiação solar total e radiação solar irradiante.
- (C) radiação solar direta e radiação solar difusa.
- (D) radiação solar parcial e irradiação.
- (E) radiação solar parcial e refletida.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 02 –**

Os principais processos que intervêm na quantidade de energia solar que chega à Terra são

- (A) absorção, reflexão e difusão.
- (B) reflexão, contato e expansão.
- (C) difusão, osmose e compressão.
- (D) absorção, albedo e dispersão.
- (E) absorção, dispersão.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 03 –**

Os gases atmosféricos que mais condicionam o processo de absorção são

- (A) hélio, vapor de água e oxigênio.
- (B) ozono, azoto e xénon.
- (C) dióxido de carbono, vapor de água e metano.
- (D) hidrogénio, monóxido de carbono e gases raros.
- (E) azoto e xénon.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 04 –**

A reflexão de energia solar na superfície terrestre atinge valores máximos em superfícies

- (A) asfaltadas.
- (B) cobertas de neve.
- (C) florestadas.
- (D) muito urbanizadas.
- (E) muito arenosas.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 05 –**

O albedo está associado ao processo atmosférico

- (A) absorção.
- (B) difusão.
- (C) reflexão.
- (D) evaporação.
- (E) ligação.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 06 –**

A radiação solar global que chega à terra resulta do/da

- (A) radiação difusa e da irradiação terrestre.
- (B) radiação solar direta e da radiação difusa.
- (C) albedo e da radiação refletida.
- (D) radiação de longo comprimento de onda e da luz visível.
- (E) radiação refletida.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 07 –**

A atmosfera, em razão dos processos atmosféricos, é vital porque

- (A) regulariza a temperatura, protege a superfície terrestre e permite a vida na Terra.
- (B) regulariza a temperatura e permite a vida na Terra.
- (C) regulariza a temperatura, desprotege a superfície terrestre.
- (D) protege a superfície e permite a vida no planeta.
- (E) permite a vida na Terra.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 08 –**

Ao longo do dia natural, a radiação solar recebida é maior

- (A) no momento que antecede o nascer do sol.
- (B) ao meio-dia solar.
- (C) no momento do ocaso.
- (D) ao longo da manhã.
- (E) de madrugada.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 09 –**

Os processos que explicam a diferença entre a energia solar recebida no limite superior da atmosfera e a energia que chega à superfície terrestre são

- (A) radiação solar, radiação difusa e radiação direta.
- (B) absorção, reflexão e difusão.
- (C) radiação terrestre, radiação difusa e reflexão.
- (D) radiação terrestre, difusão e absorção.
- (E) elétron.

**ATIVIDADE PARA DIAGNOSE 10 –**

A insolação constitui um importante fator de variação da radiação solar recebida. É maior quando

- (A) há forte nebulosidade.
- (B) o dia natural tem a mesma duração da noite.
- (C) o céu está limpo.
- (D) há proximidade ao mar.
- (E) há dia chuvoso.

## MOMENTO 04 – BIOLOGIA

### Recomposição: Nivelamento



#### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

**2º Momento** - Recomposição: Inserção Curricular.  
Descritor: Identificar os diferentes tipos de radiações.



#### SUGESTÃO DE PESQUISA

#### PESQUISA 01 –

**Trabalho em pequenos grupos:** pesquisa e apresentação sobre diferentes tipos de radiação. Escolham um dos tipos de radiação aprendidos neste capítulo e montem cartazes que apresentem, de forma resumida, as principais informações sobre o tipo de radiação pesquisado.

Professor(a), nesta atividade, você pode orientar os(as) estudantes na escolha dos assuntos que irão originar as pesquisas e nas divisões dos grupos.

Os(As) estudantes podem escolher assuntos como: radiações visíveis; radiações ultravioletas; radiações infravermelhas, que foram estudadas neste capítulo; ou podem, também, escolher pesquisar sobre outros tipos de radiações, antecipando-se ao que será aprendido em outros capítulos.



#### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Sugestão de filme

**Sunshine:** O Filme - Alerta Solar. Ano de Estreia: 2021. Acesse o material digital intitulado: “Alerta Solar Trailer”, produzido por Maxonline Trailers. Disponível no *link*: [encurtador.com.br/iuNX9](http://encurtador.com.br/iuNX9). Acesso em: 15 ago. 2022.

“O Sol corre o risco de desaparecer e, caso isso ocorra será o fim da humanidade. A última esperança é um nave espacial que vai transportar uma bomba atômica que alimentará uma nova vida dentro do sol.”



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### INTRODUTÓRIA

#### ATIVIDADE INTRODUTÓRIA 01 –

#### Materiais necessários

- ✓ Prisma (esse prisma pode ser substituído por um CD ou DVD).
- ✓ Três termômetros.
- ✓ Um pedaço de papel branco.
- ✓ Uma caixa. Você precisará escurecer a base do termômetro para que o experimento funcione corretamente, uma vez escurecido (preto) o termômetro absorverá melhor o calor. Para fazer isso, você pode pintar com uma fina camada de tinta preta.
- ✓ Uma fita crepe.

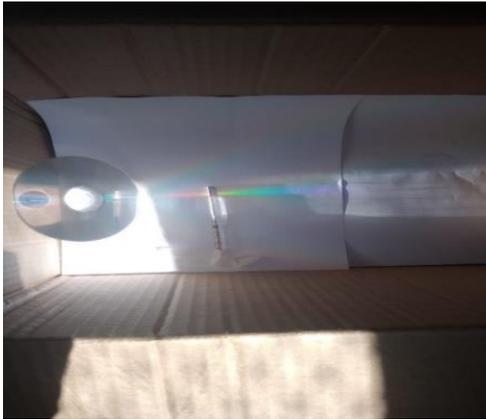
#### Método

1. Colocar dentro de uma caixa um pedaço de papel branco.
2. Posicionar um prisma (ou CD) de forma que reflita as cores na parte interna da caixa.



Equipe Seduc/2022.

3. Após fixar o reflexo, colocar termômetros de forma que fiquem fixos dentro dos espaços das cores. Um dos termômetros tem de ficar fora das cores, para tentar medir o reflexo do infravermelho que é invisível.



Equipe Seduc/2022.

**\*Observação:** na imagem, há um termômetro apenas, mas para fazer o experimento corretamente é preciso de, no mínimo, dois termômetros, para que seja possível analisar diferentes faixas de cores e aferir a temperatura de cada faixa.

4. Esperar alguns minutos e aferir a temperatura.



#### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre a **luz infravermelha**, acesse o material digital intitulado “Experimento 3 – Difrando a luz, rede de difração”, produzido por QuiCiência – IQB/UFAL. Disponível em: [encurtador.com.br/jlwBH](http://encurtador.com.br/jlwBH). Acesso em: 11 ago. 2022.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

**ATIVIDADE 01** – (UFMS/2018-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A barreira natural formada pela camada de ozônio contra os raios ultravioleta é fundamental para a manutenção da vida na Terra. O excesso desse tipo de radiação é nocivo, pois está relacionado à indução de

(A) mutações, que são alterações no material genético, podendo desencadear câncer de pele em seres humanos.

(B) translocações, que são trocas de partes do material genético, podendo desencadear malformação congênita.

(C) recombinação gênica, que são recombinações do material genético, podendo desencadear vários tipos de câncer em seres humanos.

(D) síntese proteica, que corresponde a uma produção excessiva de proteínas pelo DNA recombinante.

(E) deleções, que correspondem à perda de partes do material genético, podendo desencadear câncer de mama.

**ATIVIDADE 02** –

A ordem crescente de energia das radiações UVA, UVB e UVC é, respectivamente,

(A) UVB < UVA < UVC.

(B) UVC < UVB < UVA.

(C) UVA < UVC < UVB.

(D) UVA < UVB < UVC.

(E) UVC < UVA < UVB.

**ATIVIDADE 03** –

São características capazes de distinguir um tipo de onda eletromagnética de outro:

(A) intensidade, velocidade, área, comprimento, força.

(B) amplitude, perturbação, propagação, direção, sentido.

(C) amplitude, velocidade, frequência, comprimento de onda.

(D) altura, intensidade, timbre, velocidade, polarização.

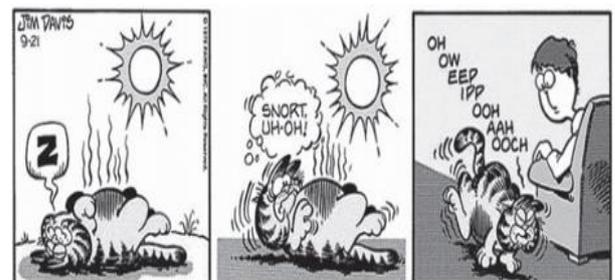
(E) altura, velocidade.



#### MOMENTO ENEM

**QUESTÃO 01** – (ENEM/2017-Adaptada)

Leia o texto a seguir.



DAVIS, J. Disponível em: <http://gafield.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como

- (A) visível.
- (B) amarela.
- (C) vermelha.
- (D) ultravioleta.
- (E) infravermelha.

**QUESTÃO 02** – (ENEM/2015-Adaptada)

O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o;

- (A) V.
- (B) IV.
- (C) III.
- (D) II.
- (E) I.

**QUESTÃO 03** – (ENEM/2017-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum. O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- (A) baixa intensidade.
- (B) baixa frequência.
- (C) espectro contínuo.
- (D) plenitude inadequada.
- (E) comprimento de onda.



**REFERÊNCIAS**

VILLALVA M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica**: conceitos e aplicações. São Paulo: Érica, 2012.

RAMOS, J. **Radioatividade**. Disponível em: [encurtador.com.br/egoFP](http://encurtador.com.br/egoFP) Acesso em: 16 dez. 2003.

ALVARENGA, A. V. C. R. Radioatividade. Disponível em: [encurtador.com.br/iqvHP](http://encurtador.com.br/iqvHP) Acesso em: 14 set. 2022.

Radioatividade infravermelho. IF.ufrgs. Disponível em: <http://gg.gg/12egqw> Acesso em: 15 set. 2022.

Radioatividade e classificações e aplicações. Disponível em: [encurtador.com.br/rxLRX](http://encurtador.com.br/rxLRX) Acesso em: 15 set. 2022.

**CAPÍTULO 02 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS**

**COMPONENTE CURRICULAR**

**BIOLOGIA**

**COMPETÊNCIA ESPECÍFICA**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

**HABILIDADE DA BNCC**

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

**OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM**

**(GO-EMCNT103G)** Identificar os efeitos das diferentes radiações sobre o organismo humanos, considerando tanto o tipo das células e tecidos emitidos por fontes radioativas naturais ou equipamentos para avaliar riscos relacionados ao desenvolvimento ou doenças hereditárias ou não.

**OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Radiações e saúde.

**DESCRITORES SAEB/SAEGO**

Identificar os diferentes tipos de radiações.

**MOMENTO 01 – BIOLOGIA**

**Imersão Curricular**



**PROCEDIMENTOS**

**ATENÇÃO!**

Estudante), a proteção radiológica pode ser definida como a ciência que tem por objetivo oferecer proteção aos indivíduos e ao meio ambiente contra os efeitos nocivos à saúde provocados pela radiação ionizante. Uma área de atuação multidisciplinar que envolve três ciências básicas igualmente importantes: a física, a química e a biologia.



### CONCEITO

**ATENÇÃO!**

### PROTEÇÃO RADIOLÓGICAS

A proteção radiológica por falta de uma expressão melhor é quase universalmente usada para significar a proteção contra as radiações, a higiene, a segurança e o controle da radiação. Físicos, biólogos e químicos fornecem as bases técnicas para a ciência da proteção radiológica, mas muitas outras atividades auxiliares estão a elas associadas, a filosofia, a economia, as relações no trabalho, as relações públicas, os ensinamentos e a administração.

A proteção radiológica fornece proteção adequada às pessoas que trabalham com radiação, suas famílias e à população em geral, que podem sofrer as consequências do uso indiscriminado da energia atômica, ainda que indiretamente venham a se beneficiar com o seu desenvolvimento. Resguarda as relações entre todos os seres vivos, animais e vegetais, como o seu meio ambiente desta nova influência. Todos os meios oferecem proteção contra os perigos em potencial da radiação, ao mesmo tempo, torna-se possível à humanidade desfrutar dos benefícios proporcionados pelo uso pacífico da energia atômica.

Com base internacional é conhecida como *United Nation Scientific Committee on Atomic Radiation*, UNSCEAR, órgão oficial da Organização Atômica das Nações Unidas. Anualmente, o presidente da UNSCEAR apresenta um relatório das atividades efetuadas durante o ano. Ele copia dados mundiais a respeito dos efeitos biológicos das radiações, publicados em revistas científicas e congressos, tanto nacionais como internacionais.

A Academia de Ciências dos Estados Unidos também possui um órgão com as mesmas características. A Organização das Nações Unidas,

ONU, em 1956, com a liberação para os usos pacíficos das radiações ionizantes, criou o Organismo de Energia Atômica, OIEA, no Brasil, é conhecido como Agência Internacional de Energia Atômica. A OIEA é encarregada do desenvolvimento da energia nuclear para auxiliar os países membros.

Mas antes de começar a falar sobre as interações da radiação nos seres vivos, vamos conhecer um pouco das histórias das catástrofes sofridas pelo nosso meio ambiente com o uso das energias nucleares.

### Acidentes Radioativos da História

#### Chernobyl

De todos os acidentes causados pela mão do homem, o desastre de Chernobyl é considerado o maior e mais grave de todos. Pela primeira vez na história, a humanidade travava uma luta desesperada contra um inimigo invisível e mortal: a radiação.

Cenas do terceiro episódio da série Open Wide - Chernobyl



Disponível em: <http://gg.gg/12egu1>. Acesso em 14 set. 2022.

Em 26 de abril de 1986, às 1h23min58s, uma série de explosões destruiu o reator em um prédio do quarto bloco da Central Eletrônica Atômica de Chernobyl, situado próximo de Pripiat, no norte da Ucrânia Soviética. O acidente ocorreu durante um teste de segurança no início da madrugada, que simulava uma falta de energia da estação. Um excesso de falhas inerentes no projeto do reator, bem como dos operadores resultou em condições de reações descontroladas.

Essas explosões lançaram na atmosfera uma nuvem radioativa com 70 toneladas de urânio e 900 toneladas de grafite.

O número total de vítimas, após a explosão, foi cerca de mais de 2,4 milhões de pessoas nas proximidades que atingiu o nível 7, o mais grave da Escala Internacional de Acidentes Nucleares.

A consequência da ação constante de pequenas doses de radiação é que a cada ano cresce no país o número de doentes de câncer, de deficientes mentais, de pessoas com disfunções neuropsicológicas e com mutações genéticas.

### **Three Mile Island**

Em 28 de março de 1979, a Central Nuclear de Three Mile Island localizada na Pensilvânia, sofreu um aquecimento em razão de um problema mecânico, mas não explodiu, entretanto teve liberações de gases e vapor. Não houve mortes, mas cerca de 25 mil entraram em contato com os gases, acidente de escala 5.

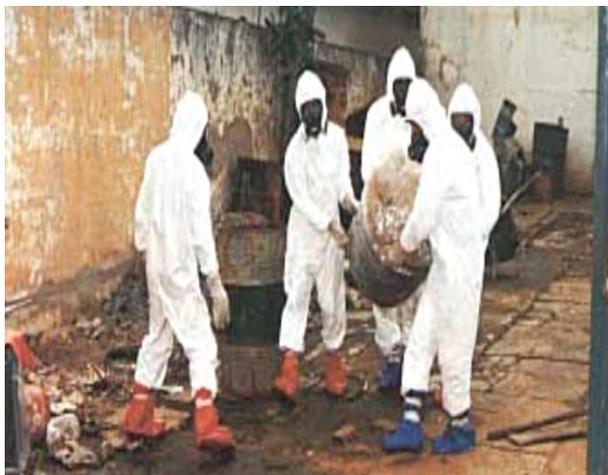
### **Kyshtym**

Esta usina de Mayak criada em 1957, fruto de corrida nuclear da União Soviética, sofreu um acidente de refrigeração e acabou explodindo. Essa explosão casou uma nuvem de 80 toneladas de material radioativo, alcançando 800km. O acidente teve 200 mortes por causa da exposição.

### **Césio – 137**

Em 1987, em Goiânia, Goiás, dois catadores de lixo reciclável encontraram um aparelho de radioterapia e o levaram para um ferro velho, após desmontarem o aparelho encontram uma cápsula de chumbo, com cloreto de césio em seu interior.

Césio-137 em Goiânia



Disponível em: <http://gg.gg/12eguj>. Acesso em: 14 set. 2022.

O acidente foi de nível 5, onze pessoas morreram, mais de 600 foram contaminadas, e essa exposição à radiação atingiu cerca de 100 mil pessoas.

### **Tokaimura**

A sede da Indústria Nuclear Japonesa em 1999 à 100km de Tóquio foi palco de um acidente que expôs 600 pessoas à alta radiação.

### **Seversk**

Em 1993, na região da Sibéria, a usina Tomsk-7 sofreu um acidente, em que um tanque com substâncias radioativas explodiu. O número de vítimas é desconhecido.

### **Windscale**

Em 1957, durante o período que sucedeu a Segunda Guerra Mundial, a Inglaterra buscava devolver as armas nucleares, a pressa em fazer uma bomba atômica provocou um incêndio num reator vazando material radioativo para atmosfera, contaminando centenas de pessoas.

### **Bohunice**

Acidente na usina na Tchecoslováquia, em 1977, em que os absorventes de umidade que cobriram as barras de combustível não foram removidos levando à corrosão do reator. O acidente foi encoberto pelo governo soviético.

### **Fukushima**

Em 11 de março de 2011, depois de um terremoto, três de seus reatores sofreram danos, o nível de radiação liberada foi muito grande e foi classificado como grau 5.

### **Hiroshima e Nagasaki**

Os Estados Unidos declararam guerra ao Japão. Essa Guerra durou deste de 1942 a 1945. Com a negativa japonesa de se render, os americanos optaram por utilizar a bomba atômica. O bombardeio chamado de B-29 – Enola Gay foi realizado na cidade japonesa de Hiroshima, muitas pessoas foram vaporizadas instantaneamente com o calor da destruição, outras mais distantes foram carbonizadas.

Entretanto, ainda, o governo japonês não quis retroceder, foi lançada outra bomba mais potente que a primeira em Nagasaki. Com isso, o

Japão rendeu-se em 14 de agosto de 1945. A bomba de Hiroshima matou mais 70.000 pessoas instantaneamente. E a bomba de Nagasaki matou 40.000 pessoas.

Lançamento das bombas nucleares em Hiroshima e Nagasaki



Disponível em: <http://gg.gg/12eguu>. Acesso em: 14 set. 2022.



#### AULA COM RECURSOS

##### AUDIOVISUAIS

##### SUGESTÃO 01 –

Para saber mais sobre “**Os acidentes radioativos da história**”, acesse o material digital intitulado “Acidente Césio 137 em Goiânia”, produzido por Interativosc. Disponível em: <http://gg.gg/12egwj>. Acesso em: 11 ago. 2022.

##### SUGESTÃO 02 –

Para saber mais sobre “**Os acidentes radioativos da história**”, acesse o material digital intitulado “Chernobyl: a História completa”, produzido por Ciências Todo dia.

Disponível em: <http://gg.gg/12egwb>. Acesso em: 11 ago. 2022.

##### SUGESTÃO 03 –

Para saber mais sobre “**Os acidentes radioativos da história**”, acesse o material digital intitulado “Hisoshima e Nagasaki marcam 75 anos de tragédia atômica”, produzido por BBC News Brasil. Disponível em: <http://gg.gg/12egwx>. Acesso em: 11 ago. 2022.

## MOMENTO 02 – BIOLOGIA

### Imersão Curricular



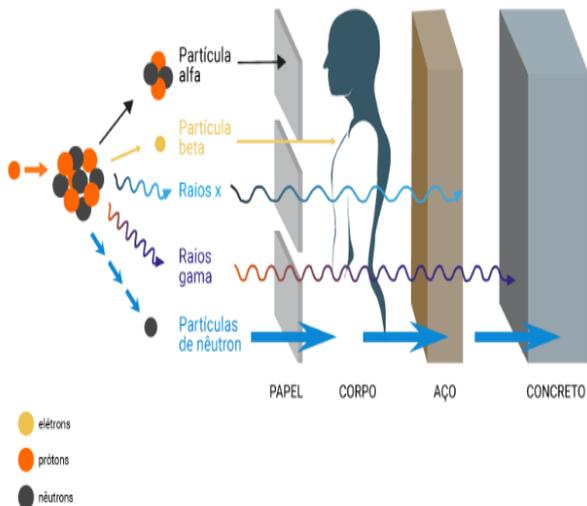
#### PROCEDIMENTOS

#### ATENÇÃO!

#### INTERAÇÕES DA RADIAÇÃO COM HOMEM

O poder de penetração da radiação pode ter a forma de partículas ou de ondas eletromagnéticas, todas com diferentes quantidades de energia. As diferentes energias de emissão e tipos de partículas apresentam diferentes poder de penetração e, assim, diferentes efeitos na matéria viva. Uma vez que as partículas alfas são compostas de dois prótons, a maior carga dentre todos os tipos de radiação. Tal carga acentuada significa que as partículas interagem em maior escala com os átomos ao redor. Essa interação reduz rapidamente a energia da partícula e, em consequência, reduz o poder de penetração. Partículas alfa podem ser bloqueadas, por exemplo, por uma folha de papel. As partículas betas, compostas de elétrons carregados negativamente, carregam menos carga e são, portanto, mais penetrantes que as partículas alfas. As partículas betas podem atravessar um ou dois centímetros de tecido vivo. Os raios gama e os raios X, por serem radiações eletromagnéticas com a luz solar, mas com muito mais energia, são extremamente penetrantes e podem atravessar qualquer material mais denso do que uma chapa de aço. Nêutrons produzidos artificialmente são emitidos de um núcleo instável como resultado de uma fissão atômica ou uma fusão nuclear. Os nêutrons também podem ocorrer naturalmente como componentes da radiação cósmica. Por serem partículas eletricamente neutras, os nêutrons possuem um alto poder de penetração quando interagem com um material ou tecido. Na realidade, os nêutrons são uma fusão de um próton e um elétron, e quando se encontram livres fora do núcleo atômico se desintegram em um próton e um elétron com meia-vida de 10 minutos. Na imagem, a seguir, sobre o poder de penetração dos diferentes tipos de radiação, podemos ver o poder de penetração dos diferentes tipos de radiação e das diferentes barreiras para a sua absorção.

## O poder de penetração dos diferentes tipos de radiação



Disponível em: <http://gg.gg/12egxn>. Acesso em: 14 set. 2022.

### Os Efeitos Biológicos das Radiações

As primeiras referências de efeitos danosos no homem surgiram no século XVI – câncer de pulmão em trabalhadores de minas subterrâneas na Alemanha, muito antes da descoberta da radioatividade. A seguir, é apresentado um histórico desde o aparecimento dos efeitos biológicos e acontecimentos ao longo do tempo.



#### SAIBA MAIS

- **1895** – Descoberta do raio X – Roentgen trabalhava com as radiações provenientes da ampola de Crookes-platinocianeto de bário (material fluorescente), morreu de câncer no intestino, em 1923.
- **1900** – Casos de lesão por raios X foram relatados e Pierre Curie descreveu as lesões no antebraço de Marie Curie. Ela morreu de uma doença no sangue em 1934.
- **1902** – Primeiro caso de indução de câncer por radiação ionizante relatado na literatura.
- **1903** – Provou-se que a radiação ionizante produzia variação na composição sanguínea.
- **1910** – Relatos de câncer de pele em pessoas constantemente expostas a raios X.
- **1922** – Aproximadamente 100 médicos haviam morrido por causa do uso indiscriminado de raios X.

Os **efeitos biológicos** provocados pelas radiações resultam, principalmente, da transferência de energia delas com os átomos e moléculas do corpo. O organismo humano é uma estrutura extremamente complexa, e a menor unidade com funções próprias é a célula. As células são constituídas de moléculas e estas por átomos.

Os átomos em nosso corpo se combinam para formar moléculas muito pequenas, como moléculas de água, e moléculas muito grandes, como moléculas de DNA. Esses átomos são mantidos juntos por forças elétricas. Quando partículas ionizantes arrancam elétrons dos átomos das moléculas do corpo, pode ocorrer desestabilização, fazendo com que as moléculas entrem em colapso. Com isso, nosso organismo sofre várias formas de atuação dessa radiação.

### Mecanismo de ação das radiações

- **Estágio físico** – Consiste na ionização de um átomo resultante da troca de energia entre a radiação e a matéria, ocorre em cerca de 10 a 15 segundos.
- **Estágio físico-químico** – Consiste na ruptura de ligações químicas das moléculas e formação de radicais livres com duração de aproximadamente 10 a 6 segundos.
- **Estágio químico** – É uma etapa química na qual um fragmento de uma molécula se liga a outra molécula e dura alguns segundos.
- **Estágio bioquímico e fisiológico** – Dependendo do órgão atingido, teremos o aparecimento de efeitos, que surgem após um intervalo de tempo variável e podem ocorrer no nível celular ou em nível do organismo, provocando alterações morfológicas ou funcionais dos órgãos.

### Os mecanismos de ação podem ser de dois tipos

- **Mecânica direta** – quando a radiação interage diretamente com moléculas críticas, como o DNA, pode ter consequências que vão desde mutações genéticas até a morte celular.
- **Mecanismo indireto** – Quando a radiação destrói as moléculas de água, são criados radicais livres que podem atacar outras moléculas vitais. Esse mecanismo é importante, porque nossos corpos são compostos de mais de 70% de água.

### Características gerais dos efeitos biológicos das radiações

- **Especificidades** são os efeitos biológicos conhecidos como decorrentes de exposição à radiação ionizante, podendo ser provocados por outras causas, isto é, não são característicos ou específicos dessas radiações. Outros agentes físicos, químicos ou biológicos podem causar os mesmos efeitos. Portanto, a radiação não provoca nenhuma enfermidade que não seja conhecida pelo homem desde antes que este usufrísse da energia nuclear.
- **Tempo de latência** é o período entre o momento da irradiação e o aparecimento de um dano clinicamente detectável.
- **Reversibilidade** – em certos casos, os efeitos apresentam caráter de reversibilidade, dependendo da dose recebida, da taxa de dose e do órgão atingido.
- **Transmissibilidade** – a maior parte das alterações causadas no organismo humano pelas radiações ionizantes não são transmissíveis a outras células ou outro organismo. São transmissíveis aquelas alterações que ocorrem no patrimônio hereditário das células germinativas, com isso os efeitos poderão aparecer nos descendentes do indivíduo irradiado.
- **Dose limiar** – dose mínima necessária para que certos efeitos ocorram. Alguns efeitos não apresentam dose limiar.
- **Radiossensibilidade** – as células, os tecidos, órgãos ou organismos respondem igualmente à mesma dose de radiação.

### Reações ao Tecido

Os efeitos da radiação no tecido são atribuídos a altas doses e representam a dose limite. Seu valor depende do tipo de radiação e do tecido irradiado. Um dos principais efeitos é a morte celular. Quando algumas células estão mortas, nenhum efeito é observado, mas em órgãos onde número muito grande de célula está morta, sua função pode ser afetada. Um exemplo são as queimaduras, que podem ser levemente avermelhadas e podem apresentar grandes bolhas. Os estudos epidemiológicos dos sobreviventes das bombas atômicas no Japão mostraram evidências de que há efeitos bastantes tardios que resultam de danos nos tecidos.

### Efeitos das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki



Disponível em: <http://gg.gg/12eh0c>. Acesso em: 14 set. 2022.



### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

#### SUGESTÃO 01 –

Chernobyl: O Filme - Os Segredos do Desastre. Ano de Estreia: 2021.

Após o acidente nuclear na usina de Chernobyl, três profissionais lutaram para evitar um desastre ainda maior que a explosão da usina nuclear de Chernobyl.

#### SUGESTÃO 02 –

O exterminador do Futuro - O Julgamento Final. Ano de Estreia: 1997.

Esse filme mostra o quanto fica devastado o mundo com a explosão de uma bomba nuclear.



### SUGESTÃO DE PESQUISA

#### PESQUISA 01 –

Considerando o acidente radiológico ocorrido em Goiânia no ano de 1987, pesquisar sobre:

- a natureza da fonte contaminadora do Césio-137;
- que eventos ocorreram;
- a origem do acidente;
- a exposição à radiação;
- a demora na detecção;
- a contaminação;
- consequências;
- a revitalização da região.

Escolher uma forma de apresentação para a turma sobre tudo que foi aprendido na pesquisa em grupo.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

##### ATIVIDADE 01 –

Após 15 anos trabalhando em área controlada de uma instalação radiativa, um trabalhador apresentou um tumor maligno, no fígado. Com relação a isso, assinale a alternativa correta.

- (A) O tumor maligno é uma manifestação de efeito agudo das radiações.
- (B) O tumor maligno é uma manifestação de efeito hereditário das radiações.
- (C) O tumor maligno pode ser uma manifestação de efeito estocástico das radiações.
- (D) O tumor maligno é uma manifestação de efeito determinístico das radiações.
- (E) As radiações não provocam tumores malignos no fígado.

##### ATIVIDADE 02 –

O que significa o termo "limiar de dose" para efeitos somáticos?

- (A) É a dose de radiação em que o indivíduo exposto, está no limiar da dose letal.
- (B) É a dose em que o indivíduo exposto pode apresentar discretas alterações clinicamente detectáveis.
- (C) É a dose em que o indivíduo exposto começa a apresentar a S.A.R.
- (D) É a dose de radiação em que o indivíduo está estocástico.
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.

##### ATIVIDADE 03 –

Um indivíduo exposto às radiações ionizantes, recebendo uma dose aguda de 0,15 Gy, provavelmente:

- (A) terá aproximadamente 50% de chance de sobreviver.
- (B) apresentará em uma semana diarreia, vômitos, devendo ser submetido a tratamento sintomático.
- (C) não apresentará efeitos clinicamente detectáveis e nenhum efeito tardio.
- (D) nada ocorrerá, pois, esta dose é abaixo do máximo permitido.
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.

##### ATIVIDADE 04 –

Um operador de gamagrafia recebeu uma dose de 20 mSv no corpo inteiro. Quais os efeitos biológicos imediatos que podem ocorrer com este indivíduo?

- (A) Nenhum efeito clinicamente detectável.
- (B) Impotência temporária.
- (C) Anemia.
- (D) Queda de cabelo.
- (E) Feridas na pele.

##### ATIVIDADE 05 – (FUVEST/2009-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

As bombas atômicas, lançadas contra Hiroshima e Nagasaki em 1945, resultaram na morte de aproximadamente 300.000 pessoas, vítimas imediatas das explosões ou de doenças causadas pela exposição à radiação. Esses eventos marcaram o início de uma nova etapa histórica na corrida armamentista entre as nações, caracterizada pelo desenvolvimento de programas nucleares com finalidades bélicas. Considerando essa etapa e os efeitos das bombas atômicas, analise as afirmações a seguir.

- I. As bombas atômicas que atingiram Hiroshima e Nagasaki foram lançadas pelos Estados Unidos, único país que possuía esse tipo de armamento ao fim da Segunda Guerra Mundial.
- II. As radiações liberadas numa explosão atômica podem produzir mutações no material genético humano, que causam doenças como o câncer ou são transmitidas para a geração seguinte, caso tenham ocorrido nas células germinativas.
- III. Desde o fim da Segunda Guerra Mundial, várias nações desenvolveram armas atômicas e, atualmente, entre as que possuem esse tipo de armamento, têm-se China, Estados Unidos, França, Índia, Israel, Paquistão, Reino Unido e Rússia.

Está correto o que se afirma em:

- (A) I, somente.
- (B) II, somente.
- (C) I e II, somente.
- (D) II e III, somente.
- (E) I, II, III.



MOMENTO ENEM

**QUESTÃO 01** – (ENEM/2020-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulando discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

- (A) Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
- (B) Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
- (C) Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
- (D) Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
- (E) Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

**QUESTÃO 02** – (ENEM/2012-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir. “Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.”

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois o/a

- (A) material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- (B) utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- (C) contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.

(D) material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.

(E) intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

**QUESTÃO 03** – (ENEM/2017-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer. A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- (A) Beta.
- (B) Alfa.
- (C) Gama.
- (D) Raios X.
- (E) Ultravioleta.



**REFERÊNCIAS**

AUNCEY, G.E.M. The early years of radioactivity. **American Journal of Physics**, 14, p. 226-241, 1946.

CAMPELO. Caca. **Produção de Raios X**. Fisicamed-bio, 09 abr. 2012. Disponível em: <http://gg.gg/12eh8b>. Acesso em: 15 set. 2022.

MAIORES acidentes nucleares da história. Educação Globo, 2014. Disponível em: <http://gg.gg/12eh83>. Acesso em: 15 set. 2022.

## CAPÍTULO 03 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### FÍSICA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT205)** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT205B)** Conhecer o comportamento de partículas subatômicas, considerando conceitos relacionados à mecânica quântica para compreender suas aplicações e ferramentas tecnológicas que influenciam no desenvolvimento da sociedade.

**(GO-EMCNT103A)** Compreender conceitos de partículas e suas interações nas emissões radioativas, considerando um breve histórico do estudo das radiações para analisar seus riscos e potencialidades de sua aplicação no nosso cotidiano.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Física Moderna.

Núcleo instável; radionuclídeos; fissão nuclear e fusão nuclear; História da radioatividade.

#### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Reconhecer características, grandezas e representações associadas ao movimento dos corpos.

Identificar os diferentes tipos de radiações.

### MOMENTO 01 – FÍSICA

Imersão Curricular



### PROCEDIMENTOS

**ATENÇÃO!**

#### INTRODUÇÃO À FÍSICA MODERNA

Niels Bohr propôs o modelo atômico de Bohr em 1915. Ele foi criado modificando o modelo atômico de Rutherford. O modelo do núcleo foi desenvolvido por Rutherford, que sugeriu que um núcleo carregado positivamente é cercado por elétrons carregados negativamente.



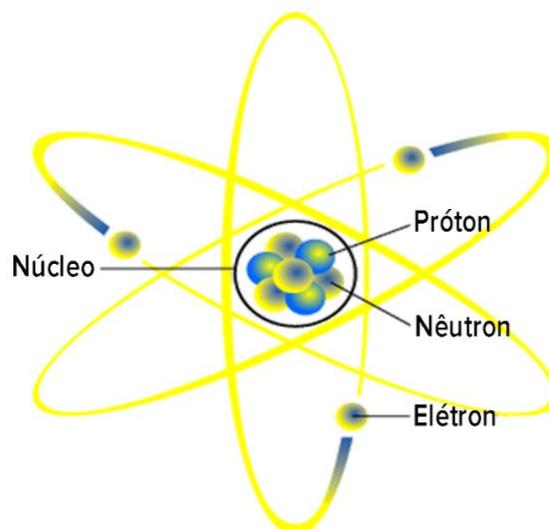
### CONCEITO

**ATENÇÃO!**

#### INTRODUÇÃO

Este é um modelo espacial no qual elétrons carregados negativamente orbitam um pequeno núcleo carregado positivamente, bem como um planeta orbita o Sol. A força atrativa do sistema solar é matematicamente equivalente à força de Coulomb (força elétrica) que existe entre um núcleo carregado positivamente e um elétron carregado negativamente.

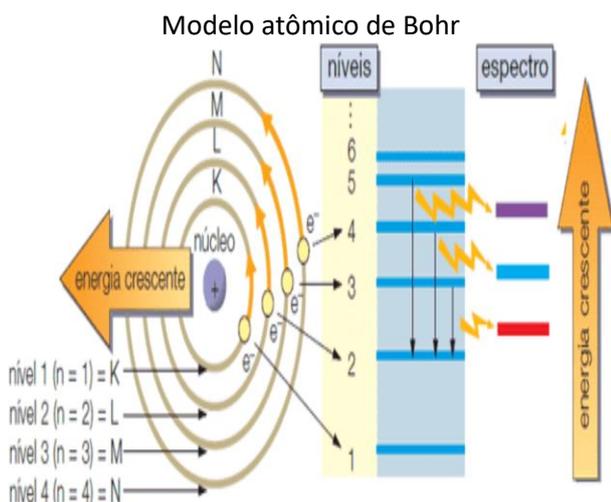
Um átomo de lítio ilustrado usando o modelo planetário



Modelo atômico planetário – CC-BY-AS 3.0. Disponível em: <http://gg.gg/12ehap>. Acesso em: 08 set. 2022.

#### Postulados do modelo atômico de Bohr

- Os elétrons percorrem órbitas circulares ao redor do núcleo, denominadas órbitas estacionárias.
- Cada órbita circular apresenta uma energia constante. Logo, os elétrons não absorvem nem emitem energia ao descreverem uma órbita estacionária.
- Os elétrons são capazes de ocupar apenas os níveis que contêm uma certa quantidade bem definida de energia (*quantum*), levando em conta valores exatos de energia de acordo com a órbita estacionária na qual se encontram. Os elétrons não possuiriam, portanto, a capacidade de ocupar estados intermediários de energia.
- Os elétrons localizados em órbitas mais afastadas do núcleo possuiriam maiores valores de energia.
- Ao absorver certa quantidade de energia, o elétron deve saltar para uma órbita mais energética. Ao retornar à sua órbita original, o elétron libera o mesmo valor de energia que foi absorvido no salto quântico. A liberação de energia, conhecida como fóton, ocorre na forma de luz de cor bem definida, ou de outro tipo de radiação eletromagnética, como a ultravioleta (UV) ou os raios X. Essa energia apresenta um valor idêntico à diferença de energia entre as órbitas circulares em questão. A imagem, a seguir, relaciona as órbitas circulares, ou níveis de energia, com a energia liberada ou absorvida para a realização do salto quântico.



Modelo atômico de Bohr . Disponível em: <http://gg.gg/12ehji>. Acesso em: 08 set. 2022.

O modelo atômico de Bohr determinou que cada uma das órbitas circulares permitidas para os elétrons seria referente a um

determinado nível de energia. O elemento químico que apresentasse a maior quantidade de elétrons teria seus elétrons distribuídos em 7 níveis de energia ( $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  e  $7$ ). Os níveis de energia, conhecidos também como camadas eletrônicas, podem ser representados pelas letras K, L, M, N, O, P e Q.



SAIBA MAIS

### OUTROS MODELOS ATÔMICOS

Além do modelo atômico de Bohr, diversos cientistas trouxeram contribuições que foram aceitas e são estudadas pela Química nos dias atuais. Em relação à estrutura e formação dos átomos, as principais teorias foram:

- **Modelo atômico de Dalton** – Conhecido como bola de bilhar, já considerava a ideia de que o átomo é a menor parte de uma matéria e não pode ser subdividido.
- **Modelo atômico de Thomson** – O primeiro a falar da possibilidade de divisão atômica. Chamado de pudim de passas, também o descrevia como esferas compostas por cargas positivas e elétrons presentes em todas as partes.
- **Modelo atômico de Rutherford** – Baseando-se no sistema planetário, chegou à constatação de que o átomo não é maciço, sua massa encontra-se em maior proporção no centro e possui um grande espaço vazio.



### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre os tipos de modelos atômicos, acesse o material digital intitulado “Modelos Atômicos – Dalton, Thomson e Bohr”, produzido por Se liga – Enem e Vestibulares. Disponível em: <http://gg.gg/12ehtq>. Acesso em: 15 set. 2022.



CONCEITO

ATENÇÃO!

APLICAÇÃO DO MODELO DE BOHR

É muito comum a utilização de fogos de artifício durante jogos ou festas de fim de ano. Esses fogos funcionam segundo os princípios da física quântica.



Disponível em: <http://gg.gg/12ei0c>. Acesso em: 08 set. 2022.

De acordo com a teoria de Bohr, quando um átomo recebe energia, seu elétron passa para um nível de energia maior, permanecendo em um estado excitado. Ao retornar à sua órbita original, o elétron deve liberar a energia absorvida na forma de luz no espectro visível, denominada fóton. Cada elemento químico terá órbitas com diferentes valores de níveis de energia. Portanto, o fóton de energia liberado será característico para cada substância. Logo, cada elemento apresentará sua própria cor ao emitir energia.

Outra aplicação do modelo quântico que vemos sempre que saímos nas ruas, principalmente à noite, são os letreiros luminosos, usados em publicidade. Neles, é mais empregado o gás neônio (Ne).

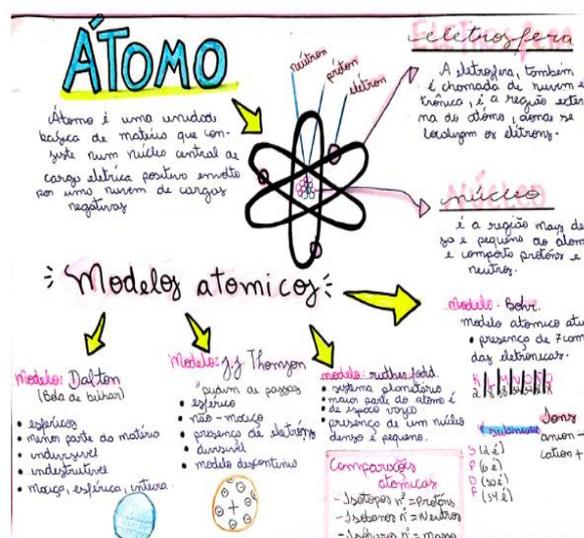


Disponível em: <http://gg.gg/12ei0n>. Acesso em: 08 set. 2022.

Os letreiros luminosos apresentam funcionamento muito parecido ao da lâmpada fluorescente, isto é, quando seus elétrons são excitados e retornam ao nível energético de origem, ocorre a liberação de energia na forma de luz. As diversas cores e tonalidades que existem estão relacionadas com a diferença de potencial, a pressão do gás e a sua composição.

Observe a síntese a seguir.

Modelos atômicos



Disponível em: <http://gg.gg/12ei1l>. Acesso em: 09 set. 2022.



SUGESTÃO DE ATIVIDADE

ATIVIDADE 01 – (Unirg-TO/2014-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Os modelos atômicos foram desenvolvidos em teorias fundamentadas na experimentação por diferentes cientistas, incluindo John Dalton, J. J. Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr. Em 2013, a teoria do modelo atômico de Niels Bohr completou 100 anos. Essa teoria descreve o átomo como um/uma

- (A) núcleo pequeno, carregado positivamente, cercado por elétrons em órbitas quantizadas.
- (B) esfera positiva contendo elétrons distribuídos uniformemente.
- (C) minúscula esfera maciça, impenetrável, indestrutível, indivisível e sem carga.

(D) modelo planetário, no qual os elétrons descrevem um movimento circular ao redor do núcleo.

(E) núcleo pequeno, carregado negativamente, cercado por elétrons em órbitas quantizadas.

### ATIVIDADE 02 – (Unesp/2016-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Em 1913, Niels Bohr (1885-1962) propôs um modelo que fornecia uma explicação para a origem dos espectros atômicos. Nesse modelo, Bohr introduziu uma série de postulados, dentre os quais, a energia do elétron só pode assumir certos valores discretos, ocupando níveis de energia permitidos ao redor do núcleo atômico.

Considerando o modelo de Bohr, os diferentes espectros atômicos podem ser explicados em função do/da

- (A) recebimento de elétrons por diferentes elementos.
- (B) perda de elétrons por diferentes elementos.
- (C) diferentes transições eletrônicas, que variam de elemento para elemento.
- (D) promoção de diferentes elétrons para níveis mais energéticos.
- (E) instabilidade nuclear de diferentes elementos.

### ATIVIDADE 03 – (IFSul/2016-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

O modelo atômico capaz de explicar o funcionamento da lâmpada fluorescente é um

- (A) modelo de Dalton.
- (B) modelo de Thomson.
- (C) modelo de Rutherford.
- (D) modelo de Bohr.
- (E) modelo de Einstein.

## MOMENTO 03 – FÍSICA

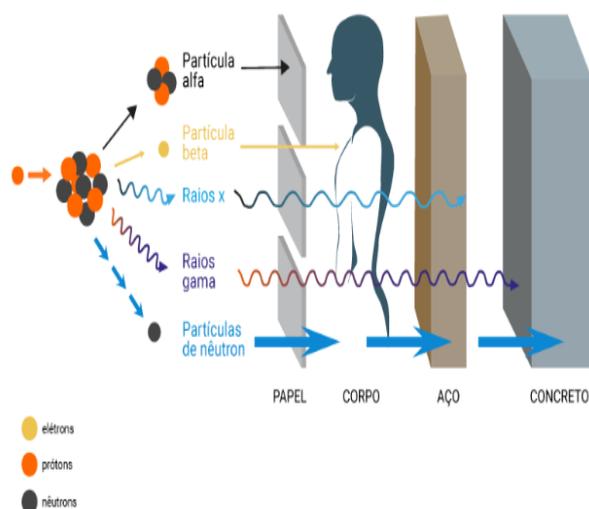
Recomposição: Inserção Curricular



## CONCEITO

ATENÇÃO!

### TIPOS DE RADIAÇÃO



Disponível em: <http://gg.gg/12egxn>. Acesso em: 14 set. 2022.

De acordo com a quantidade de energia, a radiação pode ser classificada como radiação ionizante e não ionizante.



Disponível em: <http://gg.gg/12ei45>. Acesso em: 14 set. 2022.

Existem três tipos de radiação: alfa, beta e gama. Becquerel, Ernest Rutherford, da Nova Zelândia, e Marie e Pierre Curie, da França, foram os responsáveis pela sua identificação.

Quando submetemos as emissões radioativas naturais, por exemplo do polônio ou do rádio, um campo elétrico ou magnético, notamos a sua subdivisão em três tipos bem distintos.

A emissão que sofre pequeno desvio para o lado da placa negativa foi denominada emissão alfa.

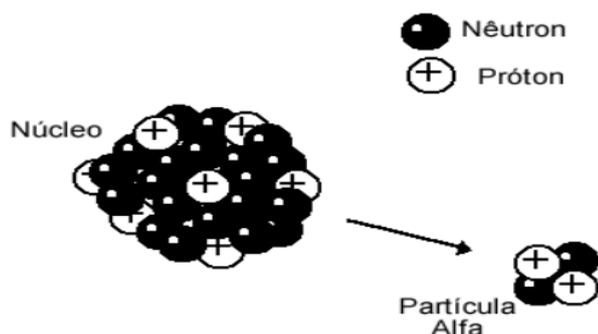
A que sofre desvio maior para o lado da placa positiva foi denominada emissão beta.

A que não sofre desvio foi chamada de emissão gama.

### Radiação Alfa

Os raios Alfa tem uma carga elétrica positiva. Consistem em dois prótons e dois nêutrons, e são idênticos aos núcleos dos átomos de hélio. Os raios alfa são emitidos com alta energia, mas perdem rapidamente essa energia quando passam através da matéria. Uma ou duas folhas de papel podem deter os raios alfa.

Quando um núcleo emite uma partícula alfa, perde dois prótons e dois nêutrons.



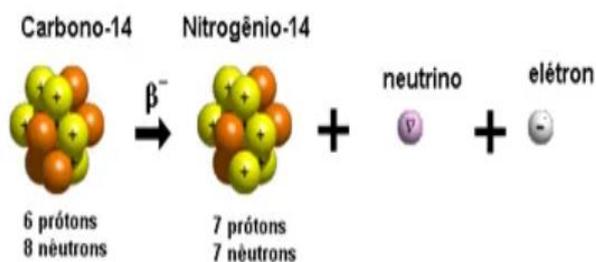
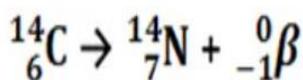
Disponível em: <http://gg.gg/12ei4m>. Acesso em: 14 set. 2022.

### Radiação Beta

Alguns núcleos radioativos emitem elétrons comuns, que têm a carga elétrica negativa. Há os que emitem pósitrons, que são elétrons positivamente carregados. As partículas beta se propagam com velocidade quase igual à da luz. Alguns podem penetrar mais de 1 cm de madeira.

Quando um núcleo emite uma partícula beta, também emite um neutrino. Um neutrino não tem carga elétrica e quase não tem massa. Na radiação de partículas beta negativas, um nêutron no núcleo transforma-se em um próton, um elétron negativo e um neutrino.

O elétron e o neutrino são emitidos no instante em que se formam, e o próton permanece no núcleo. Isso significa que o núcleo passa a conter mais um próton e menos um nêutron.

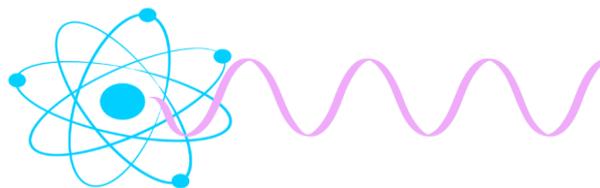


Disponível em: <http://gg.gg/12ei4t>. Acesso em: 14 set. 2022.

### Radiação Gama

Os raios gama não tem carga elétrica. São semelhantes ao raio X, mas normalmente tem um comprimento de onda mais curto. Esses raios são fótons (partículas de radiação eletromagnética) e se propagam com a velocidade da luz. São muito mais penetrantes do que as partículas alfa e beta.

A radiação gama pode ocorrer de diversas maneiras. Em um processo, a partícula alfa ou beta emitida por um núcleo não transporta toda a energia disponível. Depois da emissão, o núcleo tem mais energia do que em seu estado mais estável. Ele se livra do excesso emitindo raios gama.



Disponível em: <http://gg.gg/12ei57>. Acesso em: 14 set. 2022.

BARDINE. Renan. **Tipos de radiação:** Alfa, Beta e Gama. Cola da Web, 200-. Disponível em: <http://gg.gg/12ei5d>. Acesso em: 14 set. 2022.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 – (UFSM-RS/2009-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Relacione as radiações naturais alfa, beta e gama com suas respectivas características:

1. alfa ( $\alpha$ ).
2. beta ( $\beta$ ).
3. gama ( $\gamma$ ).

( ) Possuem alto poder de penetração, podendo causar danos irreparáveis ao ser humano.

( ) São partículas leves, com carga elétrica negativa e massa desprezível.

( ) São radiações eletromagnéticas semelhantes aos raios X, não possuem carga elétrica nem massa.

( ) São partículas pesadas de carga elétrica positiva que, ao incidirem sobre o corpo humano, causam apenas queimaduras leves.

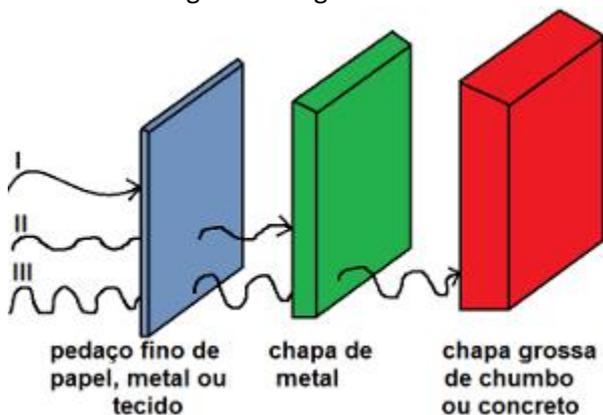
A sequência correta, de cima para baixo, é

- (A) 1, 2, 3, 2.
- (B) 2, 1, 2, 3.
- (C) 1, 3, 1, 2.
- (D) 3, 2, 3, 1.
- (E) 3, 1, 2, 1.

## ATIVIDADE 02 –

Leia o texto a seguir.

Ao acessar um site na internet à procura de informações sobre radiações, um estudante encontrou a seguinte imagem:



Disponível em: <http://gg.gg/12ei6a>. Acesso em: 14 set. 2022.

Qual das radiações é a mais energética e como ela é chamada?

- (A) É a representada em III. Radiação alfa.
- (B) É a representada em I. Radiação gama.
- (C) É a representada em II. Radiação beta.
- (D) É a representada em III. Radiação beta.
- (E) É a representada em III. Radiação gama.

## MOMENTO 04 – FÍSICA

Recomposição: Inserção Curricular



### CONCEITO

**ATENÇÃO!**

### ENERGIA NUCLEAR

Toda a matéria é feita de minúsculos átomos. Todos os átomos têm um núcleo em seu núcleo, onde a maior parte de sua massa está concentrada. Em circunstâncias específicas, é possível que este núcleo sofra algumas alterações. A fusão nuclear (como o nome sugere) é um processo de combinação de pequenos átomos, resultando em átomos mais pesados com mais energia. A fissão nuclear é a divisão do núcleo de

um átomo mais pesado em um menor. Ambos os processos liberam uma tremenda quantidade de energia. E como isso acontece?

Lembra-se da famosa equação de Einstein  $E = mc^2$ ? Em que,

$E$  é a energia.

$m$  é a massa.

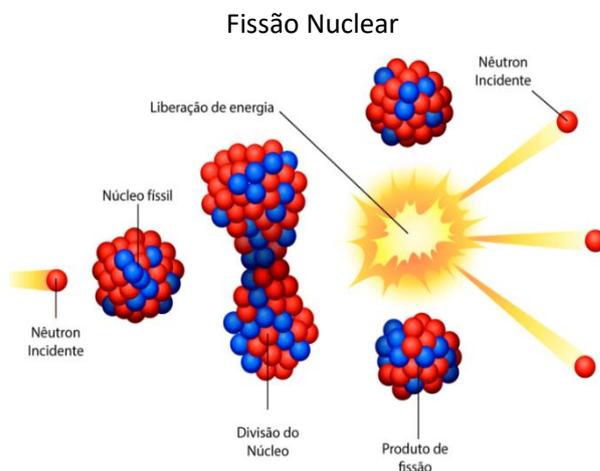
$c$  é a velocidade da luz no vácuo.

Embora a massa em consideração seja realmente pequena, a velocidade da luz é um número grande (299792458 m/s). Quando esse potencial foi realizado, levou ao campo de aproveitamento da energia nuclear (literalmente a energia no núcleo). Pela definição de energia nuclear, é a energia liberada durante reações nucleares como fissão nuclear ou fusão nuclear.

O bom da energia nuclear é que ela tem potencial para gerar muita energia ou energia sem nenhuma emissão de poluentes. A única desvantagem é que o descarte de resíduos nucleares deve ser feito com muito cuidado.

### Fissão nuclear

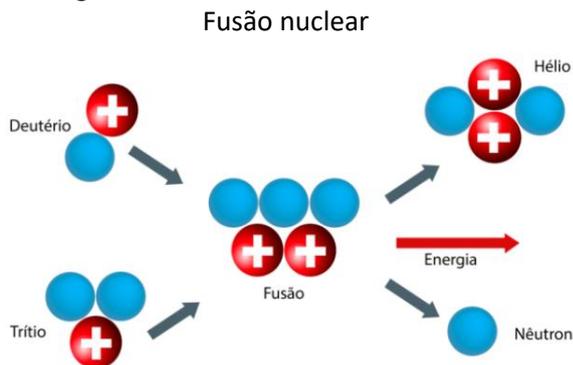
Quando o núcleo de um átomo se divide em núcleos mais leves através de uma reação nuclear, o processo é denominado como fissão nuclear. Esse decaimento pode ser uma divisão espontânea natural por decaimento radioativo, ou pode ser simulado em um laboratório alcançando as condições necessárias (bombardeando com neutrinos). Os fragmentos resultantes tendem a ter uma massa combinada menor que a original. A massa que falta é o que é convertido em energia nuclear na reação acima. Portanto, a fissão nuclear é definida como: o processo em física nuclear no qual o núcleo de um átomo se divide em dois núcleos-filhos.



Disponível em: <http://gg.gg/12ei7j>. Acesso em: 14 set. 2022.

## FUSÃO NUCLEAR

A  **fusão nuclear**  é uma reação por meio da qual dois ou mais núcleos leves colidem para formar um núcleo mais pesado. O processo de fusão nuclear ocorre em elementos de baixo número atômico, como o hidrogênio. A fusão nuclear é o oposto da reação de fissão nuclear na qual elementos pesados se difundem e formam elementos mais leves. Tanto a fusão nuclear quanto a fissão produzem uma enorme quantidade de energia.



Disponível em: <http://gg.gg/12ei7j>. Acesso em: 14 set. 2022.

Quando deutério e trítio se fundem, seus componentes são recombinados para formar um átomo de hélio e um nêutron rápido. À proporção que os dois isótopos pesados são recombinados em um átomo de hélio e um nêutron, a massa extra da sobra é transformada em energia cinética.

Os núcleos participantes devem ser reunidos para que ocorra a reação de fusão nuclear. Eles devem ser trazidos tão próximos um do outro que as forças nucleares se tornem ativas e se unam aos núcleos.



**SAIBA MAIS**

### REAÇÃO EM CADEIA

A reação em cadeia é uma sequência de fissões autossustentadas com grande liberação de calor, em que os produtos de uma fissão estimulam fissões adicionais. Como os nêutrons não têm carga elétrica, aqueles liberados na fissão do primeiro núcleo não são repelidos pelos núcleos vizinhos. Os nêutrons ejetados incidem, então, em outros núcleos da amostra, causando a fissão de outros átomos e liberando mais nêutrons. Desse modo, a fissão é iniciada e sustentada por nêutrons. Essa sequência de fissões

autossustentadas é conhecida como reação em cadeia (HEWITT, 2011).

No processo de fissão típico do urânio-235, são ejetados 2 ou 3 nêutrons. Se houver um grande número de núcleos de urânio-235 na região do entorno, a probabilidade de ocorrerem novas fissões será alta. Assim, esses novos nêutrons causam a fissão de 2 ou 3 átomos, liberando mais energia, mais quatro ou nove nêutrons adicionais. Desse modo, ocorre uma sucessão de fissões com grande liberação de calor, radiação gama e radioisótopos.



### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre reações em cadeia, acesse o material digital intitulado “Reação em Cadeia”, produzido por Ronaldo Barbosa Alvim, em Experimentos e Fenômenos Físicos.

Disponível no link: <http://gg.gg/12ei8q>. Acesso em: 15 set. 2022.

## MOMENTO 05 – FÍSICA

Recomposição: Inserção Curricular

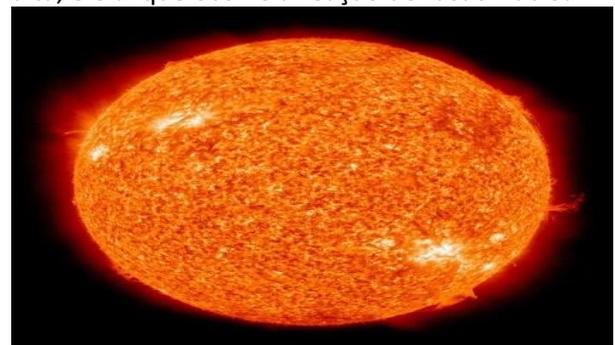


### CONCEITO

**ATENÇÃO!**

### FUSÃO NUCLEAR NO UNIVERSO

Todas as estrelas do universo, incluindo o sol, estão vivas por causa da fusão nuclear. É por meio desse processo que eles produzem uma enorme quantidade de calor e energia. A pressão no núcleo de qualquer estrela é tremendamente alta, e é aí que ocorre a reação de fusão nuclear.



Disponível em: <http://gg.gg/12eia3>. Acesso em: 14 set. 2022.

Por exemplo, a temperatura no núcleo do sol é de cerca de 15 milhões de graus Celsius. A essa temperatura, juntamente com uma pressão muito alta, dois isótopos de hidrogênio, deutério e trítio se fundem para formar hélio e liberam uma enorme quantidade de energia na forma de calor. Cerca de 600 milhões de toneladas de hidrogênio são convertidas em hélio a cada segundo no sol. As reações que ocorrem no sol fornecem um exemplo de fusão nuclear.

### Aplicações da Fusão Nuclear

Se utilizada apropriadamente, a fusão nuclear é a resposta para o problema da crise energética mundial. É limpa e produz uma quantidade mínima de resíduos nucleares em comparação com as reações de fissão. Além disso, o combustível para fusão, deutério e trítio também está prontamente disponível na natureza. Assim, os cientistas esperam que a fusão seja uma fonte de energia alternativa viável nos próximos séculos.

### Diferença entre fissão nuclear e fusão nuclear

FISSÃO NUCLEAR	FUSÃO NUCLEAR
A fissão nuclear é uma reação nuclear que divide um átomo pesado em dois ou mais menores.	A fusão nuclear é uma reação nuclear que combina dois ou mais átomos pequenos para formar um átomo grande.
Não ocorre naturalmente.	O universo está cheio de exemplos de reações de fusão nuclear. Cada estrela a usa para produzir energia.
Produz uma grande quantidade de energia.	Produz mais energia do que a reação de fissão.
Não requer muita energia para dividir um átomo em dois.	Requer muito calor e pressão para que o processo aconteça.



### SUGESTÃO DE PESQUISA

#### Acidente com césio-137

No dia 13 de setembro de 1987, teve início o que foi considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior acidente radioativo do mundo: o acidente com Césio-137 em Goiânia.

O Césio-137 é um elemento químico que é usado em equipamentos de radiografia. O Césio veio de um hospital que foi desativado, os rejeitos radioativos não receberam o destino adequado, mas ficaram entre os escombros. Com isso, essa cápsula com Césio foi encontrada por dois sucateiros, que a violaram e venderam-na para um ferro-velho, cujo dono era Devair Alves Ferreira.

No ferro-velho, Devair abriu a caixa que continha a cápsula a fim de aproveitar o chumbo, mas ao fazer isso ele liberou para o meio ambiente cerca de 19,26 g de cloreto de césio-137 (CsCl), um pó branco parecido com sal de cozinha que, no escuro, brilha com uma coloração azul. Em virtude da falta de conhecimento da população, dezenas de pessoas foram contaminadas, e os primeiros sintomas que apareceram apenas algumas horas depois foram náuseas, vômitos, tontura e diarreia.

A partir de então, teve início uma tarefa para remover os objetos contaminados e tratar as vítimas. Os dados apontam que 249 pessoas foram examinadas e, destas, 22 foram isoladas em razão da alta taxa de contaminação.

Passaram a receber monitoramento 129 pessoas, e 14 estavam com um quadro clínico muito grave. Houve quatro vítimas fatais poucas semanas depois: a primeira foi Leide das Neves; a segunda foi sua tia, esposa de Devair, Maria Gabriela Ferreira; e os outros dois foram jovens de 18 e 22 anos que eram funcionários do ferro-velho. Devair foi tratado no Hospital Navarro Marcílio Dias, no Rio de Janeiro, mas morreu sete anos depois.

Atualmente, as vítimas reclamam da omissão do governo para a assistência tanto médica como de medicamentos. Para tentar resolver a situação, eles fundaram a associação de Vítimas Contaminadas por Césio-137 e lutam contra o preconceito ainda existente.

O Planeta Terra tem tudo para ser um sistema autossuficiente e grande fornecedor de recursos naturais para todos os seres vivos, porém em razão da falta de consciência humana e a ganância, muitos desastres acabam acontecendo





## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

### ATIVIDADE 01 –

O processo em física nuclear em que o núcleo de um átomo se divide em dois núcleos-filhos

- (A) fissão nuclear.
- (B) fusão nuclear.
- (C) decaimento nuclear.
- (D) transmutação.
- (E) explosão.

### ATIVIDADE 02 – (UFRS/2009-Adaptada)

Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo a seguir.

O Sol é a grande fonte de energia para toda a vida na Terra. Durante muito tempo, a origem da energia irradiada pelo Sol foi um mistério pra a humanidade. Hoje, as modernas teorias de evolução das estrelas nos dizem que a energia irradiada pelo Sol provém de processos de \_\_\_\_\_ que ocorrem no seu interior, envolvendo núcleos de elementos leves.

- (A) espalhamento.
- (B) fusão nuclear.
- (C) fissão nuclear.
- (D) fotossíntese.
- (E) combustão.

## MOMENTO 06 – FÍSICA

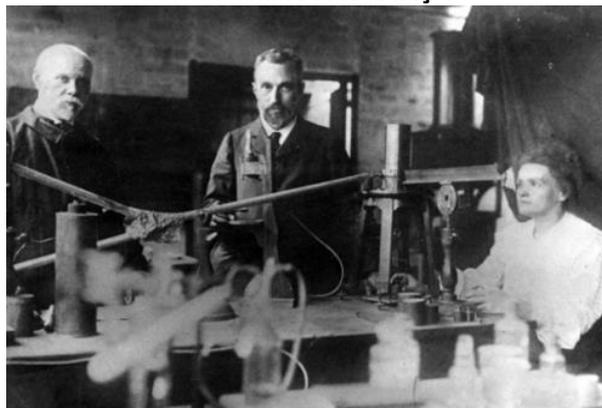
Recomposição: Inserção Curricular



## CONCEITO

ATENÇÃO!

## A HISTÓRIA DA RADIAÇÃO



Disponível em: <http://gg.gg/12eijx>. Acesso em: 14 set. 2022.

A compreensão moderna da radiação ionizante começou em 1895 com Wilhelm Röntgen. No processo de conduzir vários experimentos na aplicação de correntes a diferentes tubos de vácuo, ele descobriu que, apesar de cobrir um em uma tela para bloquear a luz, parecia haver raios penetrando para reagir com uma solução de bário em uma tela que ele havia colocado nas proximidades. Depois de vários experimentos, incluindo tirar a primeira foto (da mão e da estrutura esquelética de sua esposa) com os novos raios, ele os nomeou temporariamente “Raios-X” como uma designação de algo desconhecido, e o nome pegou.

“A princípio parecia um novo tipo de luz invisível. Era claramente algo novo, algo não registrado [...]” (WILHELM RÖNTGEN).

Essa descoberta foi seguida em 1896 pela descoberta de Henri Becquerel de que os sais de urânio emitiam raios semelhantes naturalmente. Embora originalmente pensasse que os raios eram emitidos por sais de urânio fosforescentes após exposição prolongada ao sol, ele acabou abandonando essa hipótese. Com mais experimentos, incluindo urânio não fosforescente, ele veio a reconhecer que era o próprio material que emitia os raios.

Embora tenha sido Henri Becquerel que descobriu o fenômeno, foi sua aluna de doutorado, Marie Curie, que o nomeou: radioatividade. Ela faria um trabalho muito mais pioneiro com materiais radioativos, incluindo a descoberta de elementos radioativos adicionais: tório, polônio e rádio. Ela recebeu o Prêmio Nobel duas vezes, uma vez ao lado de Henri Becquerel e seu marido Pierre em Física, por seu trabalho com radioatividade, e novamente anos depois em Química, por sua descoberta de rádio e polônio. Ela também

realizou um trabalho pioneiro em radiologia, desenvolvendo e implantando máquinas de raios X móveis para os campos de batalha da Primeira Guerra Mundial.

“Não devemos esquecer que quando o rádio foi descoberto ninguém sabia que seria útil nos hospitais. O trabalho era de pura ciência. E isso é uma prova de que o trabalho científico não deve ser considerado do ponto de vista da utilidade direta dele. Deve ser feito por si mesmo, pela beleza da ciência, e então sempre há a chance de que uma descoberta científica possa se tornar como o rádio, um benefício para a humanidade” (MARIE CURIE).

Ela morreu em 1934 de anemia aplástica, provavelmente desenvolvida a partir da exposição prolongada a vários materiais radioativos, cujos perigos só foram realmente compreendidos muito depois de a maior parte de sua exposição ter ocorrido. Na verdade, seus papéis (e até mesmo seu livro de receitas) ainda são altamente radioativos e muitos são considerados inseguros de manusear, armazenados em caixas blindadas e exigindo equipamentos de proteção para serem revisados com segurança.

### **Pintores de relógio**

Um dos primeiros grandes eventos a destacar os perigos da radiação ionizante foi o caso das “Radium Girls”, trabalhadores cujo trabalho era pintar mostradores de relógios com rádio. Embora houvesse suspeita suficiente dos efeitos da radiação ionizante para que a administração da empresa tomasse precauções, eles não ofereceram nenhuma aos trabalhadores reais que pintavam os mostradores dos relógios. Muitos deles lambiam seus pincéis para moldá-los adequadamente. Como o corpo humano trata o rádio como cálcio, ele foi então depositado nos ossos e levou à doença da radiação. Não se sabe quantos morreram de exposição à radiação.



Disponível em: <http://gg.gg/12eizi>. Acesso em: 14 set. 2022.

Depois que cinco dos trabalhadores processaram a empresa (United States Radium), e a publicidade que se seguiu, os riscos à saúde da exposição à radiação foram trazidos à atenção do público. O interesse público e a disponibilidade de um grande conjunto de amostras (até 4.000 pessoas foram empregadas em pintores de mostrador ao longo dos anos) levaram ao primeiro estudo de longo prazo da exposição à radiação. Finalmente terminando em 1993, forneceu uma riqueza de informações sobre o efeito a longo prazo da exposição à radiação. O caso também provocou mudanças drásticas tanto no campo da segurança e responsabilidade no trabalho quanto no campo da Física da Saúde, lidando com os efeitos sobre a saúde e as questões de segurança envolvidas no trabalho com materiais radioativos.

### **O projeto de Manhattan e a Guerra Fria**

O Projeto Manhattan, o estudo do acidente realizado durante a Segunda Guerra Mundial para desenvolver a primeira bomba atômica, liderou diretamente o segundo estudo de longo prazo dos efeitos da exposição à radiação de longo prazo, ou seja, o estudo dos sobreviventes das bombas em Hiroshima e Nagasaki. Os bombardeios, que mataram mais de 150.000 (com algumas estimativas colocando o total próximo a 245.000 ou mais), também deixaram mais de 600.000 sobreviventes (hibakusha, literalmente “pessoas afetadas por explosão”).

[...]



Disponível em: <http://gg.gg/12eizd>. Acesso em: 14 set. 2022.

Desde que a criação e a detonação das bombas atômicas inauguraram a “Era Atômica”, muita coisa mudou em nossa compreensão e implementação de radiação e material radioativo. Ao longo da Guerra Fria, houve experimentação de ambos os lados sobre as

propriedades e usos do material radioativo em vários reatores de teste e locais relacionados, procurando aproveitar tanto o poder ofensivo estrategicamente valioso do material radioativo para armas nucleares quanto os usos potencialmente valiosos em outros campos, como medicina, radiografia e outros.



### SUGESTÃO DE PESQUISA

Radiações nucleares: efeitos, riscos e benefícios. aplicações na medicina, indústria, agricultura, pesquisa e ambiente.

#### PESQUISA 01 –

Escolha um tema, a seguir, para apresentação e discussão com o restante da turma. Temas das pesquisas para apresentação dos trabalhos em grupo:

- **Tema 1** – funcionamento básico de um reator e de uma usina nuclear.
- **Tema 2** – rejeitos radioativos e a sua destinação.
- **Tema 3** – aplicações da energia nuclear na medicina.
- **Tema 4** – aplicações da energia nuclear na indústria.
- **Tema 5** – aplicações da energia nuclear na agricultura.
- **Tema 6** – datação por carbono-14.

#### PESQUISA 02 –

Escolha um tema, a seguir, para apresentação e discussão com o restante da turma. Temas das pesquisas para apresentação dos trabalhos em grupo:

- **Tema 7** – o Projeto Manhattan.
- **Tema 8** – as Bombas Atômicas de Hiroshima e Nagasaki.
- **Tema 9** – o acidente nuclear de Chernobyl, Ucrânia (1986).
- **Tema 10** – o acidente radioativo de Goiânia, Brasil (1987).
- **Tema 11** – o acidente nuclear de Three Mile Island, EUA (1979).

## MOMENTO 07 – FÍSICA

### Recomposição: Nivelamento



#### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre **Tipos de radiação**, acesse o material digital intitulado “Tipos de radiação partícula Alfa Beta e Radiação Gama”, produzido por Rodrigo Mendes, no Portal da Radiologia. Disponível em: <http://gg.gg/12eiz8>. Acesso em: 14 set. 2022.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Leia o texto, a seguir, e responda às atividades 01, 02, 03, 04 e 05.

#### Poder de penetração das radiações nucleares

As partículas alfas são as que têm maior massa (2 prótons e 2 nêutrons) e, em virtude de sua grande massa (quando comparada à massa do elétron, que é tomado como referência), o poder de penetração na matéria é pequeno e não conseguem atravessar mais do que alguns centésimos de milímetro na matéria. Uma lâmina de alumínio com 0,66 mm de espessura ou uma folha de papel já é o suficiente para interceptá-las, inclusive a própria pele humana. O alcance é cerca de 7 cm no ar.

A maior parte das partículas beta são elétrons de origem nuclear. Seu poder de penetração é cerca de 50 e 100 vezes maior do que o das partículas alfa, conseguindo penetrar até 16 mm na madeira. No corpo humano, podem penetrar até 2 cm e causar sérios danos. São barradas por lâminas de alumínio com 1 centímetro de espessura ou por lâminas de chumbo. O alcance é de alguns metros no ar.

Em virtude da natureza ondulatória e ausência de carga elétrica, os raios gama são muito mais penetrantes do que as partículas alfa e beta. São capazes de atravessar dezenas de metros no ar, até 25 cm na madeira e 15 cm no aço. Podem atravessar completamente o corpo humano e causar sérios danos. É possível barrar a radiação

gama por meio de placas de chumbo ou por grossas camadas de concreto ou terra.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Emissão beta"; Brasil Escola. Disponível em: <http://gg.gg/12fx9g>. Acesso em: 16 out. 2022.

#### ATIVIDADE 01 –

Onde se origina a radioatividade?

---

---

---

#### ATIVIDADE 02 –

Resumindo: como era a montagem experimental de Rutherford e equipe, que permitiu detectar as radiações alfa e beta? Os pesquisadores conseguiram detectar a radiação gama?

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 03 –

Sabe-se que os raios gama são fundamentalmente diferentes dos raios alfa e beta. Qual é a diferença básica entre essas radiações?

---

---

---

#### ATIVIDADE 04 –

Por que os raios alfa e beta são desviados por campos elétricos e os raios gama não sofrem qualquer desvio?

---

---

---

#### ATIVIDADE 05 –

Que alteração ocorre no núcleo atômico quando emite uma partícula alfa? E quando emite uma partícula beta? E o que acontece quando um núcleo emite radiação gama?

---

---

---

#### ATIVIDADE 06 –

Entre as três formas de radiação nuclear, qual delas é a mais penetrante? E a menos penetrante? Ordene em sequência decrescente.



#### MOMENTO ENEM

#### QUESTÃO 01 – (ENEM/2017-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer. A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- (A) Beta.
- (B) Alfa.
- (C) Gama.
- (D) Raios X.
- (E) Ultravioleta.

#### QUESTÃO 02 – (ENEM/2020-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

- (A) Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
- (B) Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
- (C) Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
- (D) Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
- (E) Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

**QUESTÃO 03 – (ENEM/2005-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal.

A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- (A) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- (B) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- (C) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- (D) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- (E) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

**QUESTÃO 04 – (ENEM/2009-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na imagem a seguir.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- (A) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- (B) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- (C) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- (D) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- (E) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

**QUESTÃO 05 – (ENEM/2009-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O processo de radiação de alimentos consiste em submeter os alimentos, já embalados ou a granel, a uma quantidade controlada de radiação ionizante, por determinado período de tempo. Esse procedimento não aumenta o nível de radioatividade normal dos alimentos. A aplicação de uma dose de radiação normalmente resulta na morte de insetos, bactérias, fungos e leveduras, aumentando, assim, o tempo de conservação dos alimentos, e pode retardar a maturação de algumas frutas e legumes, sendo possível, assim, aumentar seu período de armazenamento.

Em relação ao processo de conservação de alimentos descrito no texto, infere-se que

- (A) frutas e legumes, quando submetidos a uma dose de radiação, apodrecem mais rapidamente.
- (B) o processo de radiação de alimentos torna-os altamente radioativos e impróprios para o consumo humano.
- (C) apenas os alimentos já embalados em recipientes adequados podem ser submetidos a uma dose de radiação ionizante.
- (D) alimentos tratados com radiação ficam mais sensíveis ao ataque de insetos, bactérias patogênicas, fungos e leveduras.
- (E) a aplicação da radiação em alimentos, com a eliminação de alguns agentes biológicos, contribui para a melhor conservação dos alimentos.



## REFERÊNCIAS

NOUAILHETAS. **Radiações ionizantes e a vida.** Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. Apostilas educativas. Rio de Janeiro: CNEN, [200-]. Disponível em: <http://gg.gg/12ejhx>. Acesso em: 10 set. 2022.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Emissão beta"; Brasil Escola. Disponível em: <http://gg.gg/12fx9g>. Acesso em: 16 out. 2022.

OLIVEIRA, F. F. de; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007. Disponível em: <http://gg.gg/12ejhu>. Acesso em: 10 set. 2022.

PEREIRA, A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 393-420, 2009. Disponível em: <http://gg.gg/12ejhy>. Acesso em: 18 set. 2022.

## CAPÍTULO 04 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### FÍSICA

### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT103B)** Diferenciar os três tipos de emissões radioativas (alfa, beta e gama), descrevendo o que ocorre com o núcleo quando uma dessas emissões é feita para avaliar os principais efeitos provocados por essas emissões radioativas nos organismos e no meio ambiente.

### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Radioatividade.

### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Identificar os diferentes tipos de radiações. Reconhecer isótopos, radioisótopos e partículas alfa, beta e raios gama.

## MOMENTO 01 – BIOLOGIA

### Imersão Curricular



### CONCEITO

### ATENÇÃO!

### RADIOLOGIA

Símbolo da Radiologia



Disponível em: <http://gg.gg/12eiz5>. Acesso em: 14 set. 2022.

Mesmo sem saber, o ser humano sempre usou as radiações em seu benefício. Em civilizações primitivas, por exemplo, valia-se da luz e do calor do Sol. Com o desenvolvimento da ciência e das tecnologias, surgiram as mais diversas aplicações para a radiação, como na medicina – em exames diagnósticos e nos tratamentos de câncer –, nas comunicações etc. Existem diferentes tipos de radiação, com diferentes comprimentos de onda.

A radiação gama, por exemplo, que tem pequeno comprimento de onda e é proveniente de núcleos radioativos, tem alto poder de penetração.

Infelizmente, o desconhecimento dos efeitos das radiações nucleares teve, no passado, consequências trágicas. Uma das pioneiras em pesquisas no campo da radioatividade, Marie Curie (1867-1934), por exemplo, morreu, provavelmente, em razão dos efeitos das radiações que estudava.



Disponível em: <http://gg.gg/12eiym>. Acesso em: 14 set. 2022.

Marie Curie, conhecida por Madame Curie, e seu marido, Pierre Curie [1859- 1906], trabalharam com 1 400 litros do minério e isolaram átomos de dois elementos químicos até então desconhecidos. Ao primeiro, que é cerca de 400 vezes mais radioativo que o urânio, deram o nome de rádio, por ser o mais radioativo. E ao outro, cerca de 60 vezes mais radioativo que o urânio, deram o nome de polônio, em homenagem à terra natal.

Mesmo concentrando grande esforço nisso, Becquerel, Marie e Pierre não conseguiram explicar a origem da radiação emitida pelos átomos dos elementos citados.

Os conhecimentos sobre o fenômeno da radioatividade ainda eram escassos. Atualmente, considera-se radioatividade a emissão de radiações pelos núcleos de alguns tipos de átomos, na forma de energia ou partículas subatômicas (partículas menores que constituem o átomo).

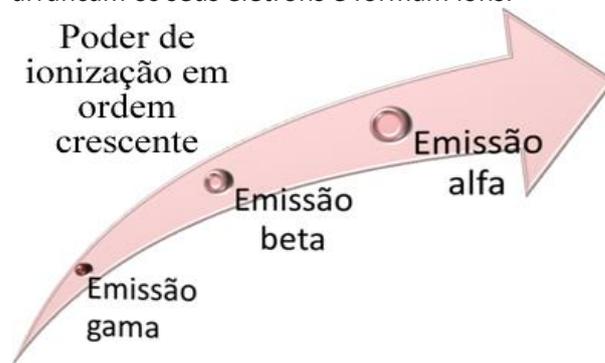
Deve-se destacar, assim, que nem toda radiação emitida por átomos pode ser considerada radioatividade, pois, como já vimos no modelo atômico de Bohr, os elétrons emitem radiação ao fazerem saltos quânticos entre os níveis de energia do átomo. Essas radiações que têm origem na eletrosfera, como também os raios X, não são consideradas radiações nucleares. Vejamos a seguir o que são radiações nucleares.

## EMISSÕES NUCLEARES

"São três as emissões radioativas naturais:

- **Emissão alfa ( $\alpha$ ):** Partículas formadas por dois prótons e dois nêutrons, do mesmo modo que o núcleo de um átomo de hélio. Possuem carga elétrica igual a +2 e massa igual a 4u;
- **Emissão beta ( $\beta$ ):** Partículas formadas por um elétron. Possuem carga elétrica igual a -1 e sua massa é considerada desprezível;
- **Emissão gama ( $\gamma$ ):** É uma radiação eletromagnética semelhante aos raios X. Não possui carga elétrica e nem massa.

Essas emissões possuem energia e, por isso, quando são emitidas pelos núcleos de átomos radioativos (núcleos instáveis), atingem as moléculas de gases, como os que estão presentes no ar e conseguem ionizar esses gases, ou seja, arrancam os seus elétrons e formam íons."



FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Poder de ionização das emissões radioativas naturais.** Brasil Escola, c2022. Disponível em: <http://gg.gg/12eiye>. Acesso em: 14 set. 2022.



SAIBA MAIS



Leia o artigo intitulado "A radioatividade e a história do Tempo Presente", escrito pelos autores Fábio Merçon e Samantha Viz Quadrat. Disponível em: <http://gg.gg/12ei9>. Acesso em: 14 set. 2022.

“Com o final da Segunda Guerra Mundial, alguns historiadores se debruçaram sobre a tentativa de explicar o que havia ocorrido com a humanidade nos anos do conflito. Com isso, surgiu o que chamamos de História do Tempo Presente, uma nova corrente historiográfica que se ocupa em analisar os fatos recentes. Nesse sentido, esse texto – que traz o ponto de vista dos autores – se insere nessa corrente ao abordar uma questão polêmica: a utilização da energia das reações nucleares a partir da segunda metade do século XX, quando temas como o uso de armas atômicas ou a construção de usinas nucleares foram amplamente debatidos pela opinião pública. Foi uma época na qual os avanços tecnológicos passaram a se refletir em outros campos, como o político, o social, o ecológico e o econômico.”

CHASSOT, Attico. Raios X e Radiatividade. *Química Nova na Escola*, n. 2, nov. 1995. Disponível em: <http://gg.gg/12eiy5>. Acesso em: 20 set. 2022.

O artigo aborda a história da construção do conhecimento científico. “Em nosso primeiro encontro, quando falamos da história da ciência e, mais particularmente, da história da química, buscamos mostrar o quanto estava distante o início de nossa caminhada. Hoje vamos comentar duas descobertas muito próximas: os raios X e a radioatividade, mistérios que fizeram revelações no ocaso do século passado”.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA

##### ATIVIDADE INTEGRADORA 01 –

Estudante, nessa atividade vamos montar a feirinha da Radiação. Organizem-se em 3 grupos, cada grupo irá representar um componente da área da Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Química, Biologia e Física). Realizem uma pesquisa sobre o tema Radiação, na perspectiva de cada Componente correspondente. Logo após a pesquisa, monte *stands* na própria sala de aula ou no pátio da escola para fazer a divulgação da pesquisa.

➤ **GRUPO DE QUÍMICA:** apresentar sobre a exposição que as radiações conseguem penetrar na matéria e ionizá-la, ou seja, remover elétrons dos seus átomos e moléculas, e alterar seu comportamento químico. Formadas de átomos e

moléculas, as células sujeitas à radiação são capazes de modificar-se, daí resultando sérios distúrbios no organismo. Os efeitos podem ser quase imediatos ou tardios, conforme a dose (quantidade de radiação) recebida e o tipo de exposição. As células jovens e as que se reproduzem intensamente são as mais sensíveis.

➤ **GRUPO DE BIOLOGIA:** na sua apresentação pode deixar claro que estamos sujeitos diariamente à radiação natural, proveniente de raios cósmicos ou de sais presentes na água e nos alimentos que ingerimos. São sais que contêm alguns isótopos radioativos de elementos como o potássio e o iodo. Elementos naturalmente radioativos, como o urânio e o plutônio das bombas e reatores nucleares, ou o céσιο e o cobalto utilizados nos aparelhos de terapia do câncer, também emitem o mesmo tipo de radiação.

➤ **GRUPO DA FÍSICA:** pode-se apresentar os elementos radioativos e unidade de medida da radiação. A unidade mais usada para medir o efeito da radiação é o rem<sup>1</sup>. Para se ter uma ideia, absorvemos da natureza cerca de 0,2 rem por ano. Entretanto, é possível receber radiações de até 10 rem e não apresentarmos mudanças nem externas, nem observáveis ao microscópio. Entre 10 e 100 rem percebem-se alterações sanguíneas. De 100 a 200 rem ocorrem cefaleia, náusea, vômito, queda de cabelos e redução de glóbulos brancos, que provoca baixa do sistema de imunidade do organismo. Mas a recuperação é possível em algumas semanas. Doses superiores a 200 rem costumam ser fatais porque destroem as células da medula óssea, onde se produzem os glóbulos brancos e vermelhos e as plaquetas sanguíneas. A solução, no caso, pode ser um transplante de medula. Acima de 1 000 rem, a morte pode sobrevir por lesões no sistema gastrointestinal e, em consequência, diarreias incontroláveis, vômitos e náuseas. Uma pessoa que recebesse doses superiores a 1 000 rem apresentaria lesões no Sistema Nervoso Central e morreria em poucas horas.

UNIDADE de Ensino Interdisciplinar sobre radiação. Ensino Médio em Diálogo, 16 mar. 2015. Disponível em: <http://gg.gg/12eiy1>. Acesso em: 14 set. 2022. (Adaptada).



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE



Raio X da mão direita



Disponível em: <http://gg.gg/12eixt>. Acesso em: 14 set. 2022.

Na radiografia da mão direita de Tony Kanaan, piloto da KV Racing, os ossos aparecem em cinza claro, isso ocorre porque os

- (A) átomos mais pesados, como os de cálcio, absorvem mais intensamente os raios X e, por esse motivo, uma quantidade menor de radiação acaba por atingir o filme.
- (B) ossos, por serem porosos, deixam a coloração do filme fotográfico com um cinza mais claro, pois existe uma quantidade maior de radiação.
- (C) raios X atravessam da mesma maneira, tanto ossos quanto cartilagem e a coloração cinza se dá devido a composição química do filme.
- (D) elementos químicos ao receberem os raios X, sofrem uma ligeira desintegração e os ossos, por serem mais duros, evitam que a radiação passe para o outro lado.
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.

#### ATIVIDADE 02 –

Na procura por outros materiais que tivessem características radioativas, o casal Curie percebeu que o material impuro da uranita, conhecido como pechblenda, talvez contivesse outros elementos químicos responsáveis por sua radiação. Examinando o minério com cuidado, observaram que existiam outros elementos mais radioativos que o urânio puro. Esses elementos são

- (A) Tório (Th) e Plutônio (Pu).
- (B) Polônio (Po) e Rádio (Ra).
- (C) Roentgênio (Rg) e Randônio (Rn).
- (D) Berquélio (Bk) e Cúrio (Cm).
- (E) Nenhuma das alternativas anteriores.

#### ATIVIDADE 03 – (Cesgranrio-RJ/2011-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Analise os itens, a seguir, que fornecem informações a respeito das radiações nucleares.

- I. As radiações gama são ondas eletromagnéticas de elevado poder de penetração.
- II. O número atômico de um radionuclídeo que emite radiações alfa aumenta em duas unidades.
- III. As radiações betas são idênticas aos elétrons e possuem carga elétrica negativa.
- IV. O número de massa de um radionuclídeo que emite radiações beta não se altera.
- V. As radiações gama possuem carga nuclear +2 e número de massa 4.

Estão corretas as afirmativas:

- (A) I, II, e III, apenas.
- (B) I, III e IV, apenas.
- (C) I, III e V, apenas.
- (D) II, III e IV, apenas.
- (E) II, IV e V, apenas.

#### ATIVIDADE 04 –

Quantas partículas **alfas** ( $\alpha$ ) e quantas partículas **beta** ( $\beta$ ) precisam ser emitidas para transformar um **urânio-238** ( $^{238}_{92}\text{U}$ ) em **rádio** ( $^{226}_{88}\text{Ra}$ ):

- (A) 2 partículas alfa ( $\alpha$ ) e 3 partículas beta ( $\beta$ ).
- (B) 1 partícula alfa ( $\alpha$ ) e 2 partículas beta ( $\beta$ ).
- (C) 3 partículas alfa ( $\alpha$ ) e 2 partículas beta ( $\beta$ ).
- (D) 3 partículas alfa ( $\alpha$ ) e 3 partículas beta ( $\beta$ ).
- (E) 4 partículas alfa ( $\alpha$ ) e 3 partículas beta ( $\beta$ ).

#### ATIVIDADE 05 – (UESB/2010-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A radioatividade emitida por determinadas amostras de substâncias provém

- (A) da energia térmica liberada em sua combustão.
- (B) de alterações em núcleos de átomos que as formam.
- (C) de rupturas de ligações químicas entre os átomos que as formam.
- (D) do escape de elétrons das eletrosferas de átomos que as formam.
- (E) da reorganização de átomos que ocorre em sua decomposição.

**ATIVIDADE 06 – (CEETPES/2009-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Há pouco mais de 100 anos, Ernest Rutherford descobriu que havia dois tipos de radiação, que chamou de  $\alpha$  e  $\beta$ . Com relação a essas partículas, podemos afirmar que as

- (A) partículas  $\beta$  são constituídas por 2 prótons e 2 nêutrons.
- (B) partículas  $\alpha$  são constituídas por 2 prótons e 2 elétrons.
- (C) partículas  $\beta$  são elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável.
- (D) partículas  $\alpha$  são constituídas apenas por 2 prótons.
- (E) partículas  $\beta$  são constituídas por 2 elétrons, 2 prótons e 2 nêutrons.

**MOMENTO 03 – BIOLOGIA**

**Recomposição: Nivelamento**



**PROCEDIMENTOS**

**ATENÇÃO!**

Organizem-se em equipes, realizem uma pesquisa sobre o tema indicado, respondam às questões e sistematizem as principais ideias em um fluxograma. Na sequência, socializem sua produção com os(as) colegas e debatam ideias.

➤ **Equipe 1**

O que é minério de urânio? Quais as principais propriedades desse mineral?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

➤ **Equipe 2**

Como é realizada a mineração do urânio?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

➤ **Equipe 3**

Como o urânio pode ser transformado em combustível, e gerar energia?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

➤ **Equipe 4**

O que é energia nuclear? A energia nuclear pode se transformar em energia elétrica? Quais os aspectos positivos desse processo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**SAIBA MAIS**

➤ Ciclo do combustível nuclear. Disponível em: <http://gg.gg/12eix4>. Acesso em: 21 mar. 2022

➤ Energia Nuclear. Disponível em: <http://gg.gg/12eiww>. Acesso em: 21 mar. 2022.

- Produção de urânio. Disponível em: <http://gg.gg/12eix7>. Acesso em: 21 set. 2022.
- Urânio. Disponível em: <http://gg.gg/12eix9>. Acesso em: 21 set. 2022.



## REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W.; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.
- BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química**: a ciência central. 9. ed. Prentice-Hall, 2005.
- FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.
- LISBOA, Júlio Cezar Foschini. *et al.* **Ser protagonista**: química, 2º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. (Coleção Ser Protagonista).
- PERUZZO. F. M.; CANTO. E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: São Paulo, 2006. v. 1.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.
- USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química Geral**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

## CAPÍTULO 05– MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

### BIOLOGIA

### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT103F)** Identificar eventos físicos, químicos e biológicos resultantes das interações das células com radiações ionizantes, analisando ruptura de ligações moleculares, formação de radicais livres, alterações nos ácidos nucleicos, dentre outras consequências destas interações para propor medidas de prevenção de riscos relacionados à exposição dos organismos aos materiais radioativos.

### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Radiação. Saúde.

### DESCRIPTORIOS SAEB/SAEGO

Identificar os diferentes tipos de radiações. Reconhecer isótopos, radioisótopos e partículas alfa, beta e raios gama.

## MOMENTO 01 – BIOLOGIA

### Imersão Curricular

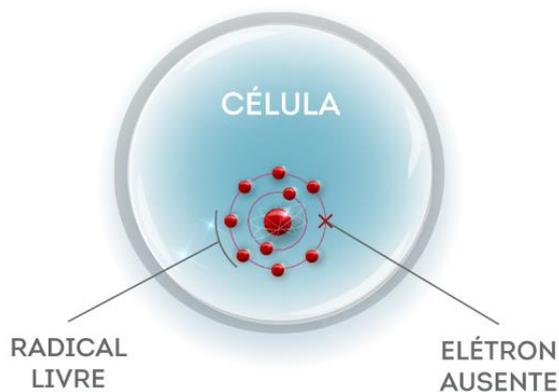


### CONCEITO

### ATENÇÃO!

### RADIAÇÃO SAÚDE

Radicais livres



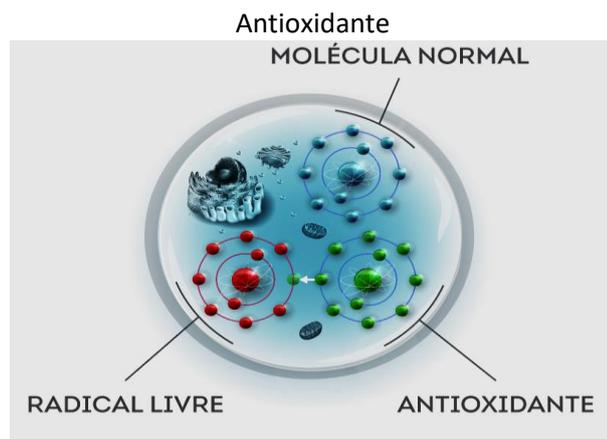
Disponível em: <http://gg.gg/12eiws>. Acesso em: 14 set. 2022.

### O QUE SÃO RADICAIS LIVRES?

**Os radicais livres** são moléculas que possuem um número ímpar de elétrons, o que os

torna instáveis. Por ter elétrons em número ímpar, essas moléculas acabam sempre tendo que doar ou roubar elétrons de outras moléculas. Vamos entender por meio de ilustrações como os radicais livres atacam as células do corpo.

Então ele começa a sua jornada para encontrar “alguém” que possa doar esse outro elétron faltante. Se esse radical livre não encontrar o seu par perfeito para dividir a energia com ele, vai roubar de alguma molécula ou célula à sua volta.

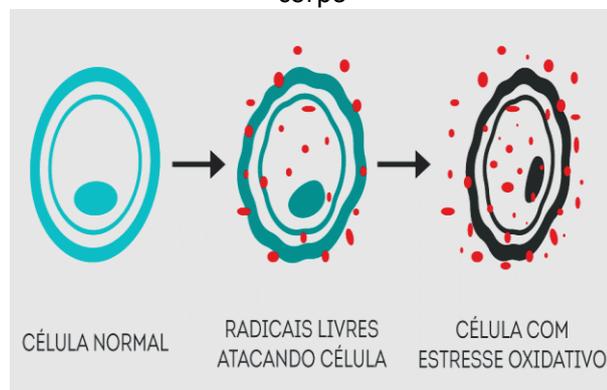


Disponível em: <http://gg.gg/12eiwk>. Acesso em: 14 set. 2022.

Our body always seeks balance, and for this reason, just as the generation of free radicals, there are **antioxidants**, which donate an electron to the free radical, and the two become super happy.

The free radical attaches to **healthy cells** that are around it and steals the energy from these cells, mainly from the cellular DNA, resulting in aging and even the death of that cell. This process is called oxidative stress.

Radical livre atacando as células saudáveis do corpo



Disponível em: <http://gg.gg/12eiwg>. Acesso em: 14 set. 2022.

**O estresse oxidativo** leva ao envelhecimento precoce e também faz com que as células não desempenhem mais as suas funções

adequadamente. Como resultado, pode ocorrer diversas doenças, como, por exemplo, o câncer.

RADICAIS livres: o que são, como se formam e como se defender deles. Blog Extrato da Terra, 12 dez. 2020. Disponível em:

Disponível em: <http://gg.gg/12eiw7>. Acesso em: 14 set. 2022. (Adaptado).



Leia o artigo:

SILVA, Sidnei Luis A. da; FERREIRA, Geraldo Alberto L.; SILVA, Roberto Ribeiro da. À Procura da Vitamina C. **Química nova na Escola**, n. 2, nov. 1995. Disponível em: <http://gg.gg/12eiw3>. Acesso em: 20 set. 2022.

“A seção ‘Experimentação no ensino de química’ descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos químicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes utilizados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. O primeiro artigo descreve um procedimento bastante simples para identificação da presença de vitamina C em diversos sucos de frutas. O segundo apresenta um método prático para diferenciar água dura e água mole e analisar seus efeitos sobre sabão e detergentes sintéticos.”

Disponível em: <http://gg.gg/12eiix>. Acesso em: 14 set. 2022.



A deficiência de vitamina C no organismo humano causa o escorbuto, uma doença caracterizada por mudanças patológicas nos dentes e gengivas. Uma característica primária do escorbuto é uma mudança no tecido conjuntivo. Com a deficiência de ácido ascórbico, os mucopolissacarídeos responsáveis pela formação do colágeno são produzidos de forma irregular ou insatisfatória, provocando mudanças significativas na natureza das fibras de colágeno produzidas.

Caro(a) estudante, realize o experimento proposto, para conhecer as propriedades da vitamina C e responda às questões propostas.

**Materiais e reagentes**

- ✓ 1 comprimido efervescente de 1 g de vitamina C.
- ✓ Tintura de iodo a 2% (comercial).
- ✓ Sucos de frutas variados (limão, laranja, maracujá e caju) 5 pipetas de 10 mL (ou seringas de plástico descartáveis).
- ✓ 1 fonte de calor (aquecedor elétrico, bico de Bunsen ou lamparina a álcool).
- ✓ 6 copos de vidro (do tipo de acondicionar geleia ou alimentação neonatal).
- ✓ 1 colher de chá; farinha de trigo ou amido de milho 1 béquer de 500 mL água filtrada.
- ✓ 1 conta-gotas.
- ✓ 1 garrafa de refrigerante de 1 L.

### Procedimento

Colocar em um béquer de 500 mL 200 mL de água filtrada. Em seguida, aquecer o líquido até uma temperatura próxima a 50°C, cujo acompanhamento poderá ser realizado através de um termômetro ou através da imersão de um dos dedos da mão (nessa temperatura é difícil a imersão do dedo por mais de 3 s). A seguir, colocar uma colher de chá cheia de amido de milho (ou farinha de trigo) na água aquecida, agitando sempre a mistura até que alcance a temperatura ambiente.

Em uma garrafa de refrigerante de 1 L contendo aproximadamente 500 mL de água filtrada, dissolver um comprimido efervescente de vitamina C e completar o volume até um litro. Colocar 20 mL da mistura (amido de milho + água) em cada um dos seis copos de vidro, numerando-os de 1 a 6. Ao copo 2 adicionar 5 mL da solução de vitamina C; a cada um dos copos 3, 4, 5 e 6 adicionar 5 mL de um dos sucos a serem testados.

A seguir, pingar, gota a gota, a solução de iodo no copo 1, agitando constantemente, até que apareça coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas (neste caso, uma gota em geral é suficiente). Repita o procedimento para o copo 2. Anote o número de gotas necessárias para o aparecimento da cor azul.

Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas de iodo até que ela persista. Repita o procedimento para os copos que contêm as diferentes amostras de suco, anotando para cada um deles o número de gotas gasto.

### ATIVIDADE INTEGRADORA 01 –

Em qual dos sucos houve maior consumo de gotas de iodo?

---

---

---

---

---

### ATIVIDADE INTEGRADORA 02 –

Com o ensaio com a solução do comprimido efervescente é possível determinar a quantidade de vitamina C nos diferentes sucos de frutas?

---

---

---

---

---

### ATIVIDADE INTEGRADORA 03 –

Procure aferir o teor de vitamina C em alguns sucos industrializados, comparando-os com o teor informado no rótulo de suas embalagens.

---

---

---

---

---



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 – (UFGD/2014-Adaptada)

Assinale a alternativa com a correta definição de radicais livres.

- (A) Os radicais livres são moléculas polares com compartilhamento desigual de elétrons entre o átomo de oxigênio e hidrogênio.
- (B) Os radicais livres são espécies químicas que têm um único elétron não pareado em um orbital externo.
- (C) Os radicais livres são moléculas que apresentam a característica de possuírem uma região hidrofílica, e uma região hidrofóbica.
- (D) Os radicais livres são substâncias químicas que contêm em sua estrutura carbono e hidrogênio, e, em geral, possuem grande massa molecular devido às suas grandes quantidades de átomos.
- (E) Os radicais livres são substâncias constituídas por cátions originados de uma base e ânions originados de um ácido. Portanto, podemos concluir que são considerados compostos iônicos

## ATIVIDADE 02 – (ENEM/2011-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Estudos mostram que a prática de esportes pode aumentar a produção de radicais livres, um subproduto da nossa respiração que está ligado ao processo de envelhecimento celular e ao surgimento de doenças como o câncer. Para neutralizar essas moléculas nas células, quem faz esporte deve dar atenção especial aos antioxidantes. As vitaminas C, E e o selênio fazem parte desse grupo.

SÁ, V. **Exercícios bem nutridos**. Disponível em: <http://saude.abril.com.br>. Acesso em: 29 abr. 2010 (adaptado).

A ação antioxidante das vitaminas C e E e do selênio deve-se às suas capacidades de

- (A) reagir com os radicais livres gerados no metabolismo celular através do processo de oxidação.
- (B) diminuir a produção de oxigênio no organismo e o processo de combustão que gera radicais livres.
- (C) aderir à membrana das mitocôndrias, interferindo no mecanismo de formação desses radicais livres.
- (D) inibir as reações em cadeia utilizadas no metabolismo celular para geração dos radicais.
- (E) induzir a adaptação do organismo em resposta à geração desses radicais.

## ATIVIDADE 03 –

Leia o texto a seguir.

### **Pela 1ª vez, drogas contra intoxicação radioativa alcançam bons resultados**

Remédios para tratar intoxicação por radiação devem ser aprovados nos próximos anos. Hoje não existe nenhuma terapia para o tratamento e a prevenção dos danos fisiológicos da radiação, cujo principal efeito é a produção de radicais livres. A radiação atinge as moléculas de água e oxigênio abundantes no organismo e produz os radicais livres, que ao reagir alteram diversas estruturas celulares. A maioria das novas drogas tem a finalidade de diminuir os estragos produzidos pelos radicais livres.

O Estado de S. Paulo, 13.02.2012. Adaptado.

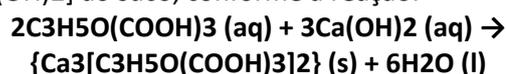
Em química, uma substância que tem a propriedade de diminuir os estragos produzidos por radicais livres é classificada como um

- (A) antiácido.
- (B) hidratante.
- (C) cicatrizante.
- (D) esterilizante.
- (E) antioxidante.

## ATIVIDADE 04 –

Leia o texto a seguir.

O limão “Tahiti”, por não apresentar sementes e ter suco abundante, com elevado teor de ácido cítrico  $C_3H_5O(COOH)_3$ , pode ser fonte desse ácido puro obtido no estado sólido. A primeira etapa dessa obtenção consiste na precipitação do ácido cítrico presente no suco do limão, como citrato de cálcio  $\{Ca_3[C_3H_5O(COO)_3]_2\}$ , por adição de solução aquosa saturada de hidróxido de cálcio  $[Ca(OH)_2]$  ao suco, conforme a reação:



Considere que:

- ✓ nessa reação foram obtidos 640 g de citrato de cálcio;
- ✓ as massas molares do citrato de cálcio e do ácido cítrico são, respectivamente, 498 g/mol e 192 g/mol;
- ✓ o rendimento da reação é 100%;
- ✓ cada limão “Tahiti” apresenta em média 2,5 g de ácido cítrico.

De acordo com as informações, o número de limões “Tahiti” necessários para obter os 640 g de citrato de cálcio foi próximo de

- (A) 200.
- (B) 300.
- (C) 500.
- (D) 700.
- (E) 800.

## ATIVIDADE 05 –

Utilizando os dados apresentados na tabela, a seguir, estime a energia de ligação para o molibdênio (Mo). O ponto de fusão do Mo é  $2617^\circ C$ .

Elemento	Energia de Ligação (kJ/mol)	Temperatura de fusão (°C)
Hg	68	-39
Al	324	660
Fe	406	1538
W	849	3410

Sugestão: faça um gráfico da energia de ligação versus temperatura de fusão para os metais listados.

---



---



---



### SAIBA MAIS

Para saber mais sobre “Ligações Químicas”, leia o artigo intitulado Ligações Químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica, escrito por Hélio A. Duarte. O artigo na íntegra se encontra em:

DUARTE, Hélio A. Ligações Químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica. **Química Nova na Escola**, n. 4, maio 2001. Disponível em: <http://gg.gg/12eivv>. Acesso em: 14 set. 2022.

O artigo apresenta a natureza da ligação química que é “revelada a partir da estrutura eletrônica dos átomos, mostrando como esta afeta as propriedades macroscópicas das substâncias. Os três tipos mais comuns de ligações químicas, consideradas fortes e que estão presentes na maioria das moléculas (ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica), são discutidas em detalhe”.



### REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química**: a ciência central. 9. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 2005.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini. et al. **Ser protagonista**: química, 2º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. (Coleção Ser Protagonista).

PERUZZO. F. M.; CANTO. E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. v. 1.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química Geral**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

## CAPÍTULO 06 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### BIOLOGIA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT103H)** Relacionar o uso de tipos específicos de radiações ao tratamento de doenças humanas, considerando a aplicação de técnicas, equipamentos e tecnologias da área de saúde para reafirmar a importância de pesquisas científicas no campo das ciências da natureza.

#### OBJETOS DE CONHECIMENTO

Radioatividade.

#### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Identificar os diferentes tipos de radiações.

### MOMENTO 01 – BIOLOGIA

#### Imersão Curricular



## PROCEDIMENTOS

### ATENÇÃO!

O tema “radioatividade” é muito estudado pelas Ciências da Natureza e suas tecnologias (Física, Química e Biologia), portanto, os objetivos principais são relacionar o uso de tipos específicos de radiações ao tratamento de doenças humanas, considerar suas aplicações na saúde, conhecer os equipamentos e tecnologias da área de saúde para reafirmar a importância de pesquisas científicas no campo das ciências da natureza.



## CONCEITO

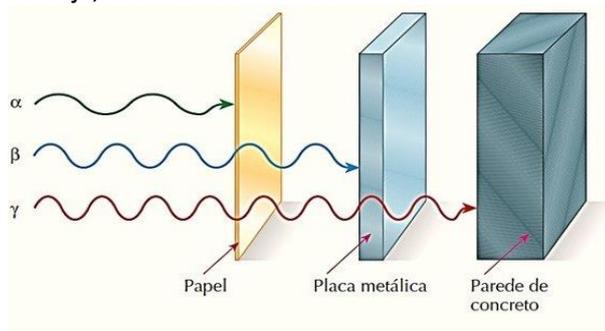
### ATENÇÃO!

### RADIAÇÃO

A **radiação** pode ser definida como um fenômeno físico em que ocorre a propagação de energia de um ponto a outro, por uma onda ou partícula. As radiações podem ser de fontes naturais, como o Sol, e artificiais, como equipamentos médicos de ressonância ou raio-X.

Vamos ver os tipos de radiação.

- **Radiação não ionizante** – são consideradas radiações de baixa energia e frequência que se propagam na forma de ondas eletromagnéticas com fontes naturais ou artificiais. Exemplos: as ondas de rádio, as ondas emitidas pelos celulares e radares, transmissão de TVs, redes Wi-Fi e outros.
- **Radiação ionizante** – são radiações que possuem maior energia e provoca ionização dos materiais com que interagem, esse tipo de radiação também pode ser natural ou artificial. Exemplos: os raios-X (aparelhos de radiologia para uso médico), as partículas alfa e beta, e os raios-gama, emitidos por núcleos de átomos instáveis, ou seja, átomos radioativos.



Disponível em: <http://gg.gg/12eivo>. Acesso em: 14 set. 2022.

As radiações, ao entrarem em contato com um campo elétrico, dividem-se em três partes: raios alfa, raios beta e raios gama. Saiba mais sobre eles a seguir.

- **Radiação alfa** – bloqueada por folha de papel.
- **Radiação beta** – bloqueada por fina camada de alumínio.
- **Radiação gama** – bloqueada por camada mais grossa (parede de concreto ou chumbo).



## GLOSSÁRIO

**Radiação** - Emissão e propagação de energia através de ondas ou partículas.

MICHAELIS. *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*. São Paulo: Melhoramentos, c2022. Disponível em: <http://gg.gg/12eiv7>. Acesso em: 14 set. 2022.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE MOBILIZADORA

### DINÂMICA DA NUVEM

#### MATERIAL

- ✓ Blocos de Post-it™ 76 x 76 (use Post-it™ super adesivo, pois ficarão colados por muito tempo sem cair da parede).
- ✓ Caneta hidrográfica preta e colorida.
- ✓ Liste nos *post-it* o que vocês, estudantes, entendem sobre radiação.

#### ATIVIDADE MOBILIZADORA 01 –

Quais os tipos de radiação?

#### ATIVIDADE MOBILIZADORA 02 –

Quais são as principais fontes de radiação?

#### ATIVIDADE MOBILIZADORA 03 –

Quais os efeitos da radiação no nosso organismo?

#### ATIVIDADE MOBILIZADORA 04 –

Principais aplicações da radiação na saúde?

Depois cole os *post-it* em uma parede ou quadro na sala de aula ou um local estratégico e de fácil acesso e veja quais os principais temas/dúvidas que aparecem no quadro de nuvens.

Liste esses temas em uma folha e durante o estudo do capítulo radioatividade veja se as informações coletadas estão corretas.



### SAIBA MAIS

Muitas pessoas ainda têm algum receio de fazer exames envolvendo a medicina nuclear. Leia o texto “Mitos e verdade sobre Medicina Nuclear” e tire todas suas dúvidas.

Disponível no link: <http://gg.gg/12eiv5>. Acesso em: 14 set. 2022.

## MOMENTO 02 – BIOLOGIA

### Imersão Curricular



### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

#### APLICAÇÕES DA RADIAÇÃO NA SAÚDE

Uma das principais áreas de aplicação da radiação é a saúde, principalmente nos tratamentos radioterapêuticos do câncer.

Veremos algumas das principais aplicações da radiação na saúde.

#### Tratamento envolvendo a radioterapia

A radioterapia é um tipo de tratamento contra o câncer cujo objetivo é destruir ou impedir o crescimento das células tumorais, por meio da aplicação de radiação concentrada, diretamente no tumor.



### SAIBA MAIS

#### RADIOTERAPIA

##### O que é radioterapia?

“A radioterapia é um tratamento no qual se utilizam radiações ionizantes (raios-x, por exemplo), que são um tipo de energia para destruir as células do tumor ou impedir que elas se multipliquem. Essas radiações não são vistas

durante a aplicação e o paciente não sente nada durante a aplicação.

A maioria dos pacientes com câncer é tratada com radiações e o resultado costuma ser muito positivo. O tumor pode desaparecer e a doença ficar controlada, ou, até mesmo, curada.

Quando não é possível obter a cura, a radioterapia pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida. Isso porque as aplicações diminuem o tamanho do tumor, o que alivia a pressão, reduz hemorragias, dores e outros sintomas, proporcionando alívio aos pacientes.

Em alguns casos, a radioterapia pode ser usada em conjunto com a quimioterapia, que utiliza medicamentos específicos contra o câncer. Isso vai depender do tipo de tumor e da escolha do tratamento ideal para superar a doença.

Durante o tratamento oncológico podem surgir efeitos colaterais. Por isso, uma vez por semana o paciente terá uma consulta de revisão com seu(sua) médico(a) e também uma consulta de enfermagem.

#### Como é feita a radioterapia?

O número de aplicações necessárias pode variar de acordo com a extensão e a localização do tumor, dos resultados dos exames e do estado de saúde do paciente.

De acordo com a localização do tumor, a radioterapia pode ser feita de duas formas.

#### Radioterapia externa ou teleterapia

A radiação é emitida por um aparelho, que fica afastado do paciente, direcionado ao local a ser tratado, com o paciente deitado. As aplicações são, geralmente, diárias.

#### Braquiterapia

Aplicadores são colocados pelo médico, em contato com o local a ser tratado. A fonte de radiação sai do aparelho, percorre cateteres que são ligados aos aplicadores e irradia próximo à área a ser tratada. Depois, a fonte retorna ao aparelho fazendo o mesmo trajeto. Esse tratamento é feito no ambulatório (podendo necessitar de anestesia), geralmente uma vez por semana, durante três semanas.

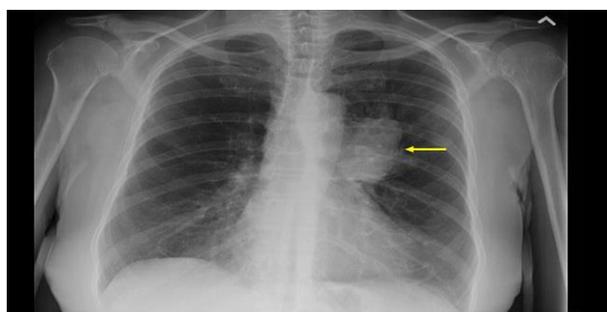
Na radioterapia externa, o paciente ficará deitado sob o aparelho, que estará direcionado para a área do corpo a ser tratada. Sendo na área de cabeça e pescoço, o paciente usa uma máscara

que ajuda a manter a posição correta durante o tratamento. Se for no restante do corpo, serão feitas marcações com uma tinta especial no local para os técnicos de radioterapia posicionarem o paciente corretamente, antes de iniciar o tratamento.”

Disponível em: <http://gg.gg/12eitf>. Acesso em: 14 set. 2022.

### Diagnósticos médicos por radiografia, mamografia e tomografia

Esses exames de imagem utilizam a tecnologia como ondas de energia que passam pelo corpo para criar uma imagem da parte interna do organismo e assim, permitir, visualizar alterações celulares, para diagnosticar doenças e verificar os melhores tratamentos, caso seja necessário.



Disponível em: <http://gg.gg/12eisf>. Acesso em: 14 set. 2022.

### Esterilização de matérias cirúrgicos

O tipo de radiação mais usada para esterilizar matérias cirúrgicos é a radiação ionizante, ela age diretamente nos micro-organismos quebrando as cadeias moleculares e quebrando o oxigênio atmosférico, com isso mata os micro-organismos.



### SUGESTÃO DE PESQUISA

#### PESQUISA 01 –

##### Medicina Nuclear

A **medicina nuclear** é uma área médica que utiliza quantidades mínimas de radiação para realizar exames diagnósticos, tratamentos terapêuticos e para auxiliar em procedimentos cirúrgicos, por isso, existem várias aplicações da radiação nos diagnósticos de doenças graves.

Veja-os, a seguir, os exemplos:

1. Radiografia de Raio-X.

2. Mamografia.
3. Cintilografia.
4. Ressonância magnética nuclear.
5. Tomografia computadorizada.
6. Medicina nuclear.



Disponível em: <http://gg.gg/12eisf>. Acesso em: 14 set. 2022.

Em grupos, escolha uma dessas aplicações para pesquisar sobre como esses exames têm ajudado no diagnóstico de doenças graves. Construam cartazes e textos curtos expondo a importância de sua pesquisa.

Apresente sua produção aos(as) colegas e exponha em murais na escola.



### SAIBA MAIS

#### ATIVIDADE INTRODUTÓRIA 01 –

Em Goiânia, no ano de 1997, ocorreu o maior acidente radioativo em área urbana. O que causou esse desastre foi um aparelho de radioterapia deixado em uma clínica desativada que fez centenas de pessoas contaminadas por meio de radiações emitidas por uma única cápsula que continha Césio-137.

Leia o texto “O Acidente Radioativo em Goiânia”. Disponível em: <http://gg.gg/12eisf>. Acesso em: 14 set. 2022.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTRODUTÓRIA

#### ATIVIDADE INTRODUTÓRIA 01 –

##### Elaboração de *podcast*

Pesquisar assuntos em torno do tema radiação, como a relação entre radiação e saúde; aplicações da medicina nuclear; acidentes

radioativos; uso da radiação na conservação de alimentos; elementos radioativos; emissão de partículas radioativas, entre outros.

Com base nas pesquisas, elabore um roteiro que direcione uma conversa, que pode ser apenas entre os(as) estudantes ou entre os(as) estudantes e professores(as), a ser gravada e depois disponibilizada no formato *podcast*.

### **Podcast**

1. Dividir a turma em grupos de 5 a 6 estudantes.
2. Pedir que os estudantes escolham temas relacionados à radiação e saúde, aplicações da medicina nuclear, acidentes radioativos, uso da radiação na conservação de alimentos, elementos radioativos, emissão de partículas e outros.
3. Orientar os estudantes a fazerem pesquisas e depois gravar um *podcast* (áudio), pode ser no celular ou em outro *software* livre falando do tema escolhido.
4. Compartilhar os *podcasts* gravados pelos grupos, pode ser na sala de aula.
5. Sugerir uma roda de conversa para discutir o que foi gravado, nesse momento os(as) estudantes devem se sentir à vontade para expressar suas opiniões.



### **MOMENTO ENEM**

#### **QUESTÃO 01 – (ENEM/2016-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono-14.

FAPESP. DNA de mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- (A) proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
- (B) decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
- (C) fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
- (D) emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- (E) transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

#### **QUESTÃO 02 – (ENEM/2012-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir. “Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.”

Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois o/a

- (A) material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- (B) material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- (C) utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- (D) intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.
- (E) contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.

#### **QUESTÃO 03 – (ENEM/2012-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- (A) Beta.
- (B) Alfa.
- (C) Gama.
- (D) Raios X.
- (E) Ultravioleta.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Frederico Borges de. **O Acidente Radioativo em Goiânia**. Brasil Escola, c2022. Disponível em: <http://gg.gg/12fe04>. Acesso em: 19 set. 2022.

ESPECIAL CÉSIO. **Contaminação espalhada na cidade**. O Popular, set. 2017. Disponível em: <http://gg.gg/12eiro>. Acesso em: 19 set. 2022.

FERREIRA, Rodrigo. **Efeitos da Radiação no Corpo Humano**. Radioproteção na prática, 2021. Disponível em: <http://gg.gg/12eirs>. Acesso em: 19 set. 2022.

GONÇALVES, Giuliana; FARIAS, Josué; GONÇALVES, Tatiana. **Radioatividade X Radiação**. 2008. Módulo Inovador de Ensino (Disciplina de Metodologia do Ensino da Física 1) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Ambiente, trabalho e câncer**: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios. Rio de Janeiro: INCA, 2021.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, c2022. Disponível em: <http://gg.gg/12eirv>. Acesso em: 19 set. 2022.

NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni. Estudo da radioatividade, suas aplicações e implicações ambientais. *In*: NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni. **Vivá**: química: volume 3: ensino médio. 1. ed. Curitiba: Positivo, 2016. p. 12-43. Disponível em: <http://gg.gg/12eirc>. Acesso em: 19 set. 2022.

### CAPÍTULO 07 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

#### COMPONENTE CURRICULAR

#### BIOLOGIA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais

e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT205)** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

**(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT205G)** Identificar doenças genéticas, considerando alterações moleculares, estruturais e numéricas dos cromossomos, bem como interferências externas ao genoma que influenciam na expressão do fenótipo para prever o caráter hereditário ou não de determinada anomalia em uma população.

**(GO-EMCNT302C)** Comunicar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, utilizando textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica para promover contato com debates sobre resultados e conclusões.

#### OBJETO DE CONHECIMENTO

Mutações genéticas.

#### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Resolver problemas que envolvam a 1ª Lei de Mendel.

### MOMENTO 01 – BIOLOGIA

#### Imersão Curricular



#### CONCEITO

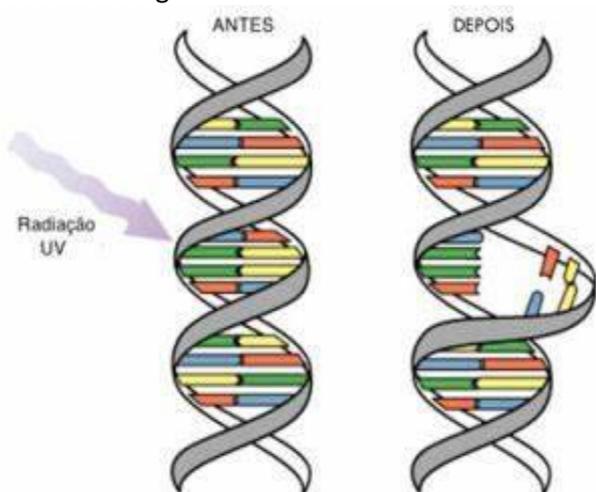
ATENÇÃO!

#### MUTAÇÕES GENÉTICAS

O principal material genético de todos os seres vivos é o **DNA**, ele é replicado diariamente, responsável pela síntese proteica. Quando ocorrem erros na replicação do **DNA**, pode surgir algo inesperado, chamado de mutação genética. Portanto, mutação genética é quando há uma perturbação no material genético dos seres vivos causando mudanças nas sequências de nucleotídeos.

As principais origens das mutações genéticas são espontâneas, ocorrem ao acaso, são erros que acontecem durante a replicação do **DNA** ou durante a divisão celular (meiose e mitose), têm mutações que podem ser induzidas, provocadas por interferência externa, como substâncias químicas, radiação solar e radiações ionizantes e também têm as mutações hereditárias, ou seja, passadas de pais para filhos.

O **DNA** é uma das principais moléculas que absorve a radiação UV e pode sofrer mutações, que consequentemente pode resultar em transformações malignas. Conforme mostra do desenho a seguir.



Disponível em: <http://gg.gg/12eir1>. Acesso em: 14 set. 2022.

As radiações podem causar efeitos no organismo. Esses podem ser agudos, crônicos e genéticos.

- **Agudos** – quando a radiação absorvida é alta e o aparecimento dos sintomas ocorrem em semanas, como, queimaduras sobre a pele, baixa no número de plaquetas, vômitos e dor de cabeça.
- **Tardios** – quando a radiação absorvida é baixa e a manifestação dos efeitos podem demorar anos para aparecer, nesse caso, o principal efeito é o aparecimento de tumor maligno, isso porque a radiação pode causar mutação genética.

- **Genéticos ou ação uterina** – nesse caso, as radiações afetam as células germinativas e as alterações manifestam-se nas gerações futuras, causando nascimento de filhos com mutações genéticas e as malformações.



## GLOSSÁRIO

**Células germinativas** – são células embrionárias responsáveis por formar as linhagens que darão origem aos gametas masculinos e femininos nos animais adultos, os espermatozoides e ovócitos, respectivamente.

Disponível em: <http://gg.gg/12eiqj>. Acesso em: 14 set. 2022.

Tipo de radiação	Câncer em humanos
Raio X e Raios Gam	Glândula salivar, esôfago, estômago, cólon, pulmão, ossos, mama, bexiga, rim, pele, cérebro e sistema nervoso central (SNC), tireoide e leucemia.
Partículas alfa	Pulmão e leucemia.
Partículas Beta	Tireoide, leucemia, glândula salivar, osso e sarcoma.

Disponível em: <http://gg.gg/12eiqm>. Acesso em: 14 set. 2022.



## SAIBA MAIS

Se quiser saber mais sobre os efeitos da Radiação no organismo leia o artigo “Os efeitos da radioatividade no corpo humano”.

Disponível em: <http://gg.gg/12eiqi>. Acesso em: 14 set. 2022.

Texto: “Efeitos da radiação no corpo humano”.

Disponível em: <http://gg.gg/12eiqe>. Acesso em: 14 set. 2022.

Em razão de mutações genéticas podem surgir as doenças genéticas e, consequentemente, o surgimento de anomalias anatômicas e fisiológicas. As doenças genéticas são causadas por alterações no nosso DNA. Esta alteração pode ser por conta de apenas uma troca de base nitrogenada como as 3 bilhões de bases existentes no genoma ou

mesmo a presença de um cromossomo inteiro a mais, como a síndrome de Down. Várias doenças genéticas são hereditárias e seguem o padrão mendeliano de herança genética.



#### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre **Primeira lei de Mendel**, acesse o material digital intitulado “Mutações – Dica ENEM Biologia”, produzido pelo Prof<sup>o</sup> Kennedy Ramos. Disponível em: <http://gg.gg/12eiq2>. Acesso em: 11 ago. 2022.

### MOMENTO 02 – BIOLOGIA

#### Imersão Curricular



#### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

Entre as doenças genéticas podemos destacar:

- Anemia falciforme.
- Distrofia Muscular Duchenne.
- Doença de Huntington.
- Daltonismo.
- Fibrose Cística.
- Hemocromatose.
- Hemofilia.
- Síndrome de Down.
- Albinismo.



#### SAIBA MAIS

#### TIPOS DE CÂNCER DE MAMA E A RELAÇÃO COM O FATOR HEREDITÁRIO

“O histórico familiar é importante para se estimar a probabilidade de incidência de câncer em uma pessoa. Uma das dúvidas que ocorre entre as pessoas, no entanto, é se essa história familiar é determinante: se a mãe sofreu com a doença, a filha também passará pelo mesmo?”

Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA), o câncer de mama é o tipo de maior incidência no público feminino no Brasil, se desconsiderarmos os cânceres de pele não-melanoma. A perspectiva para o triênio 2020-2022 é de 66 mil casos.

Entender se a hereditariedade é determinante para o surgimento de tumores nos familiares é fundamental para a orientação médica aos pacientes, para a prevenção de doenças nestes ou mesmo para o tratamento do câncer de mama.

#### Câncer de mama é hereditário?

Primeiramente é importante entender que nenhum ser vivo está livre do câncer. Quando se fala do câncer de mama, o fator hereditariedade é muito importante, mas não determinante.”

CAVALCANTI, Thereza. **Tipos de câncer de mama e a relação com o fator hereditário**. Geneone, 06 jul. 2021 Disponível em: <http://gg.gg/12eiq0>. Acesso em: 14 set. 2022.



#### SUGESTÃO DE PESQUISA

#### PESQUISA 01 –

Essa atividade pode ser feita em grupo. Veja os **tipos de doenças genéticas** destacadas no texto anterior (Anemia falciforme, distrofia Muscular Duchenne, doença de Huntington, daltonismo, fibrose cística, hemocromatose, hemofilia, síndrome de Down e albinismo).

Depois, em grupo, façam uma atividade de pesquisa sobre essas doenças, as causas, as consequências no fenótipo, sintomas e tratamento.

Também pesquisem quais dessas doenças são decorrentes de fatores externos que alteram o DNA e quais são de origem genética envolvendo as leis de Mendel.



#### SAIBA MAIS

#### OUTROS EXEMPLOS DE MUTAÇÃO GÊNICA

- **Progeria**: doença letal que se manifesta em crianças com idade entre 5 e 6 anos, fazendo com que aos 8 ou 9 anos elas já tenham a aparência de uma pessoa idosa. Ou seja, as causas exatas da progeria não são bem conhecidas, mas envolvem mutações gênicas.

- **Doença de Alzheimer:** essa doença pode ter várias causas. Uma delas está relacionada à mutação em certo gene do cromossomo 21, o que leva à degeneração do sistema nervoso central.
- **Adrenoleucodistrofia:** doença causada por uma mutação em um gene do cromossomo X. Essa mutação incapacita o organismo de metabolizar certos tipos de lipídios (óleos), determinando uma doença neurológica degenerativa que pode levar o indivíduo à morte.

DUQUE, Nathalia. **Mutações gênicas**. Estudo Prático, 2021. Disponível em: <http://gg.gg/12eipv>. Acesso em: 14 set. 2022.



#### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre o tema: **Radiação e Saúde**, acesse o material digital intitulado “Radiação na saúde”, produzido pelo Profº Antônio Arteni. Disponível em: <http://gg.gg/12eipp>. Acesso em: 14 ago. 2022.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTRODUTÓRIA

##### ATIVIDADE INTRODUTÓRIA 01 – Mapa Mental

Em torno do assunto “mutações genéticas” é possível integrar os conhecimentos dos três componentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Química, Física e Biologia). Como atividade integradora desse capítulo elabore um mapa mental em que pode ser trabalhado: radioatividade, doenças genéticas, principais elementos radioativos e outros temas dos capítulos Ciências da Natureza.



#### MOMENTO ENEM

##### QUESTÃO 01 – (ENEM/2017-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A distrofia muscular Duchenne (DMD) é uma doença causada por uma mutação em um gene localizado no cromossomo X. Pesquisadores estudaram uma família na qual gêmeas monozigóticas eram portadoras de um alelo mutante recessivo para esse gene

(heterozigóticas). O interessante é que uma das gêmeas apresentava o fenótipo relacionado ao alelo mutante, isto é, DMD, enquanto a sua irmã apresentava fenótipo normal.

RICHARDS, C. S. *et al.* **The American Journal of Human Genetics**, n. 4, 1990 (adaptado).

A diferença na manifestação da DMD entre as gêmeas pode ser explicada pela

- (A) dominância incompleta do alelo mutante em relação ao alelo normal.
- (B) falha na separação dos cromossomos X no momento da separação dos dois embriões.
- (C) recombinação cromossômica em uma divisão celular embrionária anterior à separação dos dois embriões.
- (D) inativação aleatória de um dos cromossomos X em fase posterior à divisão que resulta nos dois embriões.
- (E) origem paterna do cromossomo portador do alelo mutante em uma das gêmeas e origem materna na outra.

##### QUESTÃO 02 – (ENEM/2021-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença.

ANDERSON, R. A. *et. al.* *In: Situ Localization of the Genetic Locus Encoding the Lysosomal Acid Lipase/Cholesteryl Esterase (LIPA) Deficient in Wolman Disease to Chromosome 10q23.2-q23.3. Genomics*, n. 1, Jan., 1993 (adaptado).

Essa é uma doença hereditária de caráter

- (A) recessivo.
- (B) dominante.
- (C) codominante.
- (D) poligênico.
- (E) polialélico.

##### QUESTÃO 03 – (ENEM/2018-PPL-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Em pacientes portadores de astrocitoma pilocítico, um tipo de tumor cerebral, o gene BRAF se quebra

e parte dele se funde a outro gene, o KIAA1549. Para detectar essa alteração cromossômica, foi desenvolvida uma sonda que é um fragmento de DNA que contém partículas fluorescentes capazes de reagir com os genes BRAF e KIAA1549 fazendo cada um deles emitir uma cor diferente. Em uma célula normal, como os dois genes estão em regiões distintas do genoma, as duas cores aparecem separadamente. Já quando há a fusão dos dois genes, as cores aparecem sobrepostas.

Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 3 out. 2015.

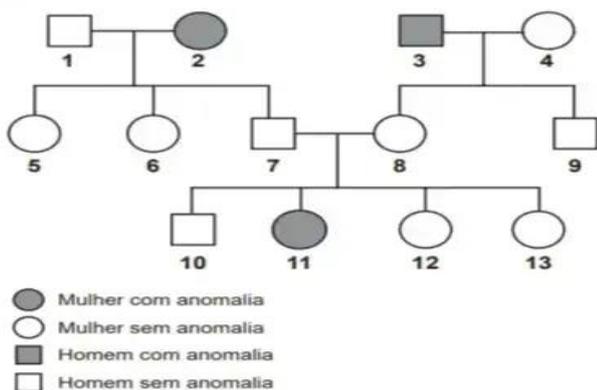
A alteração cromossômica presente nos pacientes com astrocitoma pilocítico é classificada como

- (A) estrutural do tipo deleção.
- (B) numérica do tipo euploidia.
- (C) estrutural do tipo duplicação.
- (D) numérica do tipo aneuploidia.
- (E) estrutural do tipo translocação.

**QUESTÃO 04 – (ENEM/2017-PPL-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O heredograma mostra a incidência de uma anomalia genética em um grupo familiar.



O indivíduo representado pelo número 10, preocupado em transmitir o alelo para a anomalia genética a seus filhos, calcula que a probabilidade de ele ser portador desse alelo é de

- (A) 0%.
- (B) 25%.
- (C) 50%.
- (D) 67%.
- (E) 75%.

**QUESTÃO 05 – (ENEM/2016-PPL-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Em um hospital, acidentalmente, uma funcionária ficou exposta a alta quantidade de radiação liberada por um aparelho de raios X em funcionamento. Posteriormente, ela engravidou e seu filho nasceu com grave anemia. Foi verificado que a criança apresentava a doença devido à exposição anterior da mãe à radiação.

O que justifica, nesse caso, o aparecimento da anemia na criança?

- (A) A célula-ovo sofreu uma alteração genética.
- (B) As células somáticas da mãe sofreram uma mutação.
- (C) A célula gamética materna que foi fecundada sofreu uma mutação.
- (D) As hemácias da mãe que foram transmitidas à criança não eram normais.
- (E) As células hematopoiéticas sofreram alteração do número de cromossomos.



**SUGESTÃO DE ATIVIDADE EXTRA**

Caro o(a) professor(a), com essa atividade espera-se contribuir para que os(as) estudantes alcancem o objetivo que se relaciona com Linguagem Científica e Divulgação Científica, proposto para este capítulo.

A atividade consiste na leitura e interpretação de textos de divulgação científica em torno do tema radiação. Ao final dos estudos dos textos, você pode propor uma discussão no formato “roda de conversa” para que os(as) estudantes exponham suas impressões acerca do leram e compartilhem aprendizagens.

As perguntas, a seguir, podem direcionar as discussões.

**ATIVIDADE EXTRA 01 –**

Que relações podem ser feitas entre o texto 1 e o texto 2?

**ATIVIDADE EXTRA 02 –**

Qual a relação entre radiação solar e mutações gênicas?

**ATIVIDADE EXTRA 03 –**

Qual a relação entre mutações gênicas e alguns tipos de câncer?

**ATIVIDADE EXTRA 04 –**

Quais das atitudes citadas nos textos você já toma?

Faça a leitura dos dois textos a seguir.

## TEXTO I

### O que é radiação solar?

A radiação solar é a energia emitida pelo Sol no espaço interplanetário. A radiação solar que chega à Terra é quantificada pela irradiação solar, que é a energia recebida por unidade de área.

As reações de fusão nuclear ocorrem no núcleo solar e são a fonte de energia do Sol. A radiação nuclear produz radiação eletromagnética em várias frequências ou comprimentos de onda. A radiação eletromagnética se propaga no espaço à velocidade da luz (299.792 km/s).

Um valor singular é a constante solar; a constante solar é a quantidade de radiação recebida em um instante por unidade de área na parte externa da atmosfera terrestre em um plano perpendicular aos raios solares. Seu valor médio é de 1366 W / m<sup>2</sup>.

### Tipos de radiação solar

A radiação solar é composta pelos seguintes tipos de radiação:

1. Raios infravermelhos (IV) – A radiação infravermelha fornece calor e representa 49% da radiação solar.
2. Raios visíveis (VI) – representam 43% da radiação e fornecem luz.
3. Raios ultravioleta (radiação UV) – representam 7%.
4. Outros tipos de raios – representam cerca de 1% do total.

### Tipos de raios ultravioleta

Por sua vez, os raios ultravioletas (UV) são subdivididos em três tipos:

1. Ultravioleta A ou UVA – eles passam facilmente pela atmosfera, atingindo toda a superfície terrestre.
2. Ultravioleta B ou UVB – comprimento de onda curto. Tem maior dificuldade de passagem pela atmosfera. Eles alcançam a zona equatorial mais facilmente do que em altas latitudes.
3. Ultravioleta C ou UVC – comprimento de onda curto. Eles não passam pela atmosfera. Eles são absorvidos pela camada de ozônio.

### Características da radiação solar

A radiação solar é distribuída em um amplo espectro de amplitude não uniforme com a forma típica de um sino, como é típico do espectro de um corpo negro com o qual a fonte solar é modelada. Portanto, ele não se concentra em uma única frequência.

O máximo de radiação está centrado na faixa de radiação ou luz visível com um pico em 500 nm fora da atmosfera terrestre de acordo com a lei de Wien, que corresponde à cor verde ciano.

A banda de radiação fotossinteticamente ativa oscila entre 400 e 700 nm, corresponde à radiação visível e equivale a 41% da radiação total. Dentro da radiação fotossinteticamente ativa, existem sub-bandas com radiação:

- azul-violeta (400-490 nm).
- verde (490-560 nm).
- amarelo (560-590 nm).
- vermelho alaranjado (590-700 nm).

Ao cruzar a atmosfera, a radiação solar é submetida a fenômenos de reflexão, refração, absorção e difusão pelos vários gases atmosféricos em um grau variável em função da frequência.

A atmosfera da Terra atua como um filtro. A parte extrema da atmosfera absorve parte da radiação, refletindo o resto diretamente no espaço sideral. Outros elementos que atuam como filtros são o dióxido de carbono, as nuvens e o vapor d'água que às vezes o convertem em radiação difusa.

### Por que a radiação solar é importante?

A energia solar é a principal fonte de energia e, portanto, o motor que move nosso meio ambiente. A energia solar que recebemos por meio da radiação solar é direta ou indiretamente responsável por aspectos tão importantes para a vida como a fotossíntese, a manutenção de uma temperatura do planeta compatível com a vida ou o vento.

A energia solar que atinge a superfície da Terra é 10.000 vezes maior do que a energia consumida atualmente por toda a humanidade.

A radiação ultravioleta pode ter vários efeitos na pele humana, dependendo de sua intensidade e do comprimento de suas ondas. A radiação UVA pode causar envelhecimento prematuro da pele e câncer de pele. Também pode causar problemas nos olhos e no sistema imunológico. A radiação UVB causa queimaduras solares, escurecimento e espessamento da camada

externa da pele, melanoma e outros tipos de câncer de pele. Também pode causar problemas nos olhos e no sistema imunológico.

A camada de ozônio impede que a maior parte da radiação UVC alcance a Terra. No campo médico, a radiação UVC também pode vir de lâmpadas especiais ou de um feixe de laser e é usada para matar germes ou para ajudar a curar feridas. Também é usado para tratar certas doenças de pele, como psoríase, vitiligo e nódulos na pele que causam linfoma cutâneo de células T.

Disponível em: <http://gg.gg/12eipl>. Acesso em: 14 set. 2022.

## TEXTO II

### Dicas para evitar a radiação do telefone celular

Alguns estudos mostram uma ligação estatística do celular com câncer, mas estes dados ainda necessitam de confirmação. Muitos anos atrás foram observadas relações estatísticas entre cigarro e câncer, mas não se compreendia a causa exata da doença.

Essa é a mesma preocupação de Devra Davis, Diretora do Centro de Oncologia Ambiental da Universidade de Pittsburg, nos EUA. Não há evidência concreta de que os celulares sejam nocivos, mas nós também não temos certeza de que eles sejam seguros.

E a preocupação é ainda maior no que concerne às crianças. Se uma criança de 14 anos está fumando, você não precisa se preocupar que ela vá desenvolver câncer naquele instante. Os efeitos do tabaco podem levar décadas para se acumular no organismo e causarem as mutações nocivas que levam ao câncer, e é possível que o mesmo ocorra com os celulares. Como os aparelhos celulares, que hoje parecem estar onipresentes, são usados a apenas poucos anos não há como saber dos efeitos de uma exposição a longo prazo.

O grupo da Dra. Devra e seus colegas, especialistas em câncer, liberaram recentemente um comunicado para seus funcionários sobre o uso dos celulares, recomendando o uso de viva-voz ou fones de ouvido. Crianças, segundo ela, deveriam usar celulares apenas em emergências, pois possuem o crânio mais fino e o cérebro ainda está em desenvolvimento. Ninguém deveria carregar seus aparelhos no bolso ou na cintura. “Você está cozinhando a sua medula óssea”, disse Devra. Na possibilidade de a radiação do celular realmente

ser perigosa, você quer jogar Roleta Russa com a sua cabeça? Se você se convenceu com os argumentos mais alarmistas de que o celular possa causar câncer, agora terá que descobrir a melhor maneira de continuar usando o seu aparelho, já que a maioria de nós não pode mais viver sem ele.

Enquanto não houver um consenso sobre o assunto entre os especialistas, o que nós podemos fazer? É fato que os celulares realmente emitem radiação, mas há alguns simples passos que podem reduzir a exposição à radiação ou praticamente eliminá-la.

**1.** Compre um telefone celular com menos radiação.

A radiação do celular é medida através da Taxa de Absorção Específica (specific absorption rate – SAR). Mas é o nível de exposição que importa. Se você utiliza muito o celular é importante comprar um telefone com uma SAR menor. Mas se você o utiliza pouco, a sua exposição é bem reduzida.

**2.** Use um fone de ouvido de “tubo oco”

É similar a um fone comum, exceto pelo fato de que os últimos 15 cm – a parte mais próxima do ouvido – é um tubo oco sem fios. Nesse caso você está recebendo o som através do ar e não ondas de rádio.

**3.** Use um fone Bluetooth.

Um fone Bluetooth também emite radiação, mas ela é cem vezes menor do que a radiação que você recebe ao segurar o telefone no ouvido, disse Magda Havas, professora associada do Institute for Health Studies da Universidade de Trent em Ontário, Canadá. Os especialistas ficaram divididos entre quesito 1 e o 2, mas o governo de Israel emitiu recomendações essa semana sugerindo especificamente fones com fio. Mas apesar de Magna gostar da solução Bluetooth ela diz para não colocar o fone na cabeça se você não estiver falando, pois, o dispositivo continua a emitir sinal. Há pessoas que utilizam o fone o tempo todo e o mínimo que devem fazer é mudar o fone entre os ouvidos, de tempos em tempos, para reduzir a exposição em apenas um dos lados.

**4.** Use sempre a função viva-voz.

Esta é a opção alternativa favorita de todos os especialistas. Nada próximo da sua cabeça. “Coloque-o a algumas dezenas de centímetros. Meio ou um metro é o ideal”, disse Magda. A cada centímetro que você afasta o aparelho de seu corpo faz com que a radiação se reduza

rapidamente. A 5 cm de distância a radiação reduz em 4 vezes. Se você o segurar a 10 cm a radiação cai 16 vezes, segundo ela. Segundo Louis “cada milímetro conta”.

5 Dicas para evitar a radiação do telefone celular

RIBAS, Cezar. **5 Dicas para evitar a radiação do telefone celular.** Hypescience, 31 jul. 2008. Disponível em: <http://gg.gg/12eipj>. Acesso em: 12 set 2022.

Após a leitura dos textos, explore as novas informações fornecidas nesses artigos. Compartilhe com os(as) colegas, o que você (estudante) aprendeu de novo e como você usará esse conhecimento no seu dia a dia.



## REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, Thereza. **Tipos de câncer de mama e a relação com o fator hereditário.** Geneone, 06 jul. 2021. Disponível em: <http://gg.gg/12eip8>. Acesso em: 10 set. 2022.

GODOY, L. P. *et al.* Multiversos: ciências da natureza: matéria, energia e a vida: ensino médio. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

PLANAS, Oriol. **O que é radiação solar?** Energia Solar, 13 maio 2015. Disponível em: <http://gg.gg/12eipd>. Acesso em: 10 set. 2022.

RIBAS, Cezar. **5 Dicas para evitar a radiação do telefone celular.** Hypescience, 31 jul. 2008. Disponível em: <http://gg.gg/12eipa>. Acesso em: 10 set. 2022.

SEGRÈ, Emilio. **Dos raios X aos quarks: físicos modernos e suas descobertas.** Brasília: Ed.da UnB, 1987. p. 29.

## CAPÍTULO 08 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

### QUÍMICA

### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações

entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT103C)** Aplicar as leis da radioatividade associando-as aos conceitos de número de massa, número atômico e isótopos para debater sobre eventos como acidentes nucleares (locais e mundiais) e suas principais consequências sociais e ambientais.

### OBJETO DE CONHECIMENTO

Leis da Radioatividade.

### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Identificar os diferentes tipos de radiações.

Reconhecer isótopos, radioisótopos e partículas alfa, beta e raios gama.

## MOMENTO 01 – QUÍMICA

### Imersão Curricular



### CONCEITO

### ATENÇÃO!

As leis da radioatividade envolvem o estudo realizado por Soddy, que avaliou o comportamento de um átomo ao emitir radiação alfa ou beta.

**Segundo Soddy**, sempre que um átomo emitir uma radiação alfa ou beta, ele originará um novo núcleo, que dependerá do tipo de radiação emitida: alfa ou beta.

➤ **Radiação alfa:** formada por dois prótons e dois nêutrons.

➤ **Radiação beta:** não é composta por prótons nem nêutrons, mas por um elétron.



### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

Para saber mais sobre **Radioatividade**, acesse o material digital intitulado “Leis da Radioatividade - SODDY FAJANS E RUSSEL - Aula Grátis de Química para ENEM e Vestibular, produzido por Paula Orsi. Cursos Online Gratuito.

Disponível em: <http://gg.gg/12eio3>. Acesso em: 21 set 2022.



Disponível em: <http://gg.gg/12eio3>. Acesso em: 21 set. 2022.



### SAIBA MAIS

#### NÚMERO DE MASSA *versus* MASSA ATÔMICA

Como esses dois termos são parecidos, é importante frisar que não significam a mesma coisa. Enquanto o número de massa remete à soma das partículas subatômicas ( $A = p + n$ ) presentes no núcleo, a massa atômica equivale – por convenção da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) – a 1/12 da massa do carbono-12, isótopo mais abundante na natureza.

Além disso, as massas atômicas dos elementos químicos não são iguais aos números de massa dos seus átomos porque cada um deles possui isótopos. Em outras palavras, isso quer dizer que um único elemento pode ser formado por átomos com o mesmo número atômico, mas com outras quantidades de nêutrons.

Por esse motivo, as massas atômicas encontradas na tabela periódica são resultadas de uma média ponderada que leva em conta a massa de cada um dos isótopos de determinado elemento e sua abundância na natureza.

Para saber mais sobre os assuntos “Números de massa e números atômicos”, leia artigo intitulado: “De Massa e Massa Atômicas”,

escrito por Reinaldo Calixto de Campos e Reinaldo Carvalho Silva.

Disponível em: <http://gg.gg/12eint>. Acesso em: 14 set. 2022.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA

Com base nos conhecimentos adquiridos até aqui, sob as orientações de seu(a) professor(a), organizem-se em pequenos grupos para realizar as atividades propostas.

#### Radiações e suas aplicações

##### ➤ DESAFIO MENTAL

Vamos analisar um experimento de imaginação, com a ideia de que lhe são dados três biscoitos radioativos: um deles emite radiação alfa, o outro beta e o outro gama. Para cada biscoito, você terá que fazer apenas uma escolha em três opções possíveis: descartar o biscoito, colocá-lo no bolso ou segurar na mão. Com seus conhecimentos sobre radiação, escolha a opção para cada biscoito, e explique suas escolhas.

##### ➤ LISTE OS ELEMENTOS RADIOATIVOS QUE SE ENCONTRAM NA NOSSA TABELA PERIÓDICA

Determine seus números atômicos, número de massa e seus isótopos existente na natureza. Professor(a), essa atividade relaciona os elementos da tabela periódica com o assunto radioatividade, fazendo com que o conhecimento seja ampliado e aprofundado.



### AULA COM RECURSOS AUDIOVISUAIS

##### ➤ ASSISTIR AO VÍDEO

Acesse o material digital intitulado “Angra 1: conheça a primeira usina nuclear do Brasil”, produzido por Stella Freitas.

Disponível em: <http://gg.gg/12einp>. Acesso em: 14 set. 2022.



### SUGESTÃO DE PESQUISA

#### PESQUISA 01 –

Faça uma pesquisa e registre alguns pontos que serão debatidos no final da atividade por meio da socialização.

- ✓ Quando começou a ser construída.
- ✓ Como são armazenados os rejeitos radioativos.
- ✓ Semelhanças e diferenças das Usinas Nucleares de Angra com a Usina Nuclear de Chernobyl.
- ✓ Possibilidades de acidentes e impactos no meio ambiente.



### SUGESTÃO DE DEBATE

Debate sobre o fechamento, ou não, da Usina de Angra 1.

Refletem sobre alguns aspectos de uma usina nuclear. Busquem algumas informações que possibilitem elaborar argumentos plausíveis para o debate sobre o fechamento, ou não, da Usina de Angra 1.



### SAIBA MAIS

Para contemplarem os itens propostos, sugerimos, a seguir, algumas referências que você pode, se julgar necessário, disponibilizar para a pesquisa.

- Para contextualizar a atividade anterior e saber mais sobre a Usina Nuclear de Angra e o meio ambiente, acesse:
  - ANGRA1. Eletronuclear, [s.d.]. Disponível em: <https://cutt.ly/PWL4DNS>. Acesso em: 22 set. 2022.
  - ENERGIA Nuclear e o Meio Ambiente. Ambiente Brasil, c2021. Disponível em: <https://cutt.ly/sWL5i7J>. Acesso em: 22 set. 2022.
  - MASILI, Gustavo Santos; ESTEVES, Rodrigo José Gomes Alay. **Usina Nuclear**. Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Campinas (SP): Unicamp, [s.d.] Disponível em: <https://cutt.ly/gWL7kVN>. Acesso em: 22 set. 2021.
- TUDO o que você precisa saber sobre as usinas nucleares de Angra 1 e 2, e porque são diferentes de Chernobyl. 23 jun. G1, 2019. Disponível em: <https://cutt.ly/hWL5LAW>. Acesso em: 22 jun. 2021.



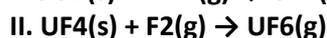
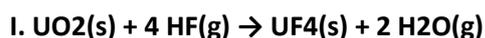
### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

**ATIVIDADE 01** – (FGV/SP-2009-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Deverá entrar em funcionamento em 2017, em Iperó, no interior de São Paulo, o Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), que será destinado à produção de radioisótopos para radiofármacos e também para produção de fontes radioativas usadas pelo Brasil em larga escala nas áreas industrial e de pesquisas. Um exemplo da aplicação tecnológica de radioisótopos são sensores contendo fonte de amerício-241, obtido como produto de fissão. Ele decai para o radioisótopo neptúnio-237 e emite um feixe de radiação. Fontes de amerício-241 são usadas como indicadores de nível em tanques e fornos mesmo em ambiente de intenso calor, como ocorre no interior dos altos fornos da Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA).

A produção de combustível para os reatores nucleares de fissão envolve o processo de transformação do composto sólido UO<sub>2</sub> ao composto gasoso UF<sub>6</sub> por meio das etapas:



Adaptado de [www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2012/02/reator-deve-garantir-autossuficiencia-brasileira-em-radiofarmacosa-partir-de-2017](http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2012/02/reator-deve-garantir-autossuficiencia-brasileira-em-radiofarmacosa-partir-de-2017) e H. Barcelos de Oliveira, Tese de Doutorado, IPEN/CNEN, 2009, in: [www.pelicano.ipen.br](http://www.pelicano.ipen.br).

No decaimento do amerício-241 a neptúnio-237, há emissão de

- (A) nêutron.
- (B) próton.
- (C) partícula alfa.
- (D) radiação beta.
- (E) pósitron.

### ATIVIDADE 02 –

Leia o texto a seguir.

Durante os estudos realizados com a radiação, Marie Curie observou que novos elementos químicos podem ser formados por meio do que ele denominou de decaimento radioativo. Nesse decaimento, o núcleo de um átomo emite, por exemplo, radiação alfa e forma um novo elemento com números de massa e atômico diferentes do átomo que o originou.

Assim, se partirmos do núcleo Polônio, qual será o número atômico e o nome do novo elemento formado quando o Polônio emitir uma radiação alfa?

- (A) 85, o astato.
- (B) 82, o chumbo.
- (C) 84, o polônio.
- (D) 86, o radônio.
- (E) 88, o radônio.

**ATIVIDADE 03** – (Mackenzie-SP/2011-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Ano Internacional da Química. A UNESCO, em conjunto com a IUPAC, decidiu instituir, em 2011, o Ano Internacional da Química, tendo, como meta, promover, em âmbito mundial, o conhecimento e a educação química em todos os níveis. Além da celebração dos inúmeros benefícios da Química para a humanidade, o ano de 2011 também coincide com o centésimo aniversário do recebimento do prêmio Nobel de Química por Marie Curie, celebrando a contribuição das mulheres à ciência. Marie Curie e seu marido Pierre Curie descobriram, em 1898, o elemento químico radioativo Polônio, de número atômico 84, que foi batizado com esse nome em homenagem a Polônia, pátria de origem de Marie Curie. O elemento químico polônio tem 25 isótopos conhecidos, com números de massa que variam de 194 a 218. O Po-210 é o isótopo natural mais comum, com um período de meia-vida de 134,8 dias, e sua reação de decaimento produz o chumbo (Pb-206).

O decaimento do Po-210 a Pb-206 é corretamente expresso pela equação

- (A)  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 2\alpha$ .
- (B)  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + -1\beta$ .
- (C)  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 2\alpha + -1\beta$ .
- (D)  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 2\alpha$ .
- (E)  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + -1\beta$ .



**REFERÊNCIAS**

ATKINS, P. W.; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química**: a ciência central. 9. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 2005.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini. *et al.* **Ser protagonista**: química, 2º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. (Coleção Ser Protagonista).

PERUZZO. F. M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2006. v. 1.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química Geral**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

**CAPÍTULO 09 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS**

**COMPONENTE CURRICULAR**

**QUÍMICA**

**COMPETÊNCIA ESPECÍFICA**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

**HABILIDADE DA BNCC**

**(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

**OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM**

**(GO-EMCNT302C)** Comunicar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas,

químicas ou biológicas, utilizando textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica para promover contato com debates sobre resultados e conclusões.

### **OBJETO DE CONHECIMENTO**

Linguagem científica; Divulgação científica.

### **DESCRITORES SAEB/SAEGO**

Identificar as diferentes unidades de medidas. Estabelecer relações quantitativas entre as grandezas: massa, massa molar, massa molecular, quantidade de moléculas, quantidade de átomos e constante de Avogadro.

## **MOMENTO 01 – QUÍMICA**

### **Imersão Curricular**



### **CONCEITO**

#### **ATENÇÃO!**

A **linguagem científica** tem particularidades específicas e merece uma particular atenção, pois interfere na compreensão de conceitos científicos. Linguagem e Ciência estão intimamente ligadas.

A linguagem científica desenvolve o pensamento científico e com a complexificação deste desenvolve-se essa mesma linguagem científica.

O domínio da linguagem pelo(a) estudante transforma-se, assim, num valioso instrumento de desenvolvimento dos processos cognitivos.

E, principalmente, orienta a construção do próprio conhecimento. A linguagem é essencial para clarificar, inferir, comparar, testar, observar, prever, diferenciar etc. É, também, uma forma de adquirir uma educação científica pela compreensão do mundo da Ciência. E da comunicação existente nesse mesmo mundo.



### **SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA**

Nessa atividade integradora, vamos realizar um experimento. A partir desse experimento, os

resultados obtidos deverão ser apresentados para a comunidade escolar, escolha uma forma criativa para essa divulgação. A seguir, o roteiro de execução.

### **ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

#### **A radioatividade e a função exponencial**

##### **Objetivo**

➤ Construir e analisar o gráfico do decaimento radioativo do cézio-137.

##### **Material**

- papel milimetrado A4.
- lápis, borracha e régua.

##### **Procedimento**

1. Utilizando os dados de decaimento radioativo do cézio-137 e a massa inicial do radioisótopo fornecidos na matéria abaixo, faça uma tabela com os valores de massa da amostra e tempo decorrido. Suponha que pelo menos cinco meias-vidas se tenham passado.
2. Utilizando o papel milimetrado, faça os eixos x e y e marque os pontos no papel colocando a massa no eixo y e o tempo decorrido no eixo x.
3. Trace o gráfico exponencial unindo os pontos obtidos e considerando que a massa inicial corresponda ao tempo zero.



### **SUGESTÃO DE DEBATE**

#### **QUESTÃO DEBATE 01 –**

De acordo com o texto e o gráfico construído no experimento, indique aproximadamente quantos gramas do radioisótopo de cézio-137 não sofreram desintegração.

#### **QUESTÃO DEBATE 02 –**

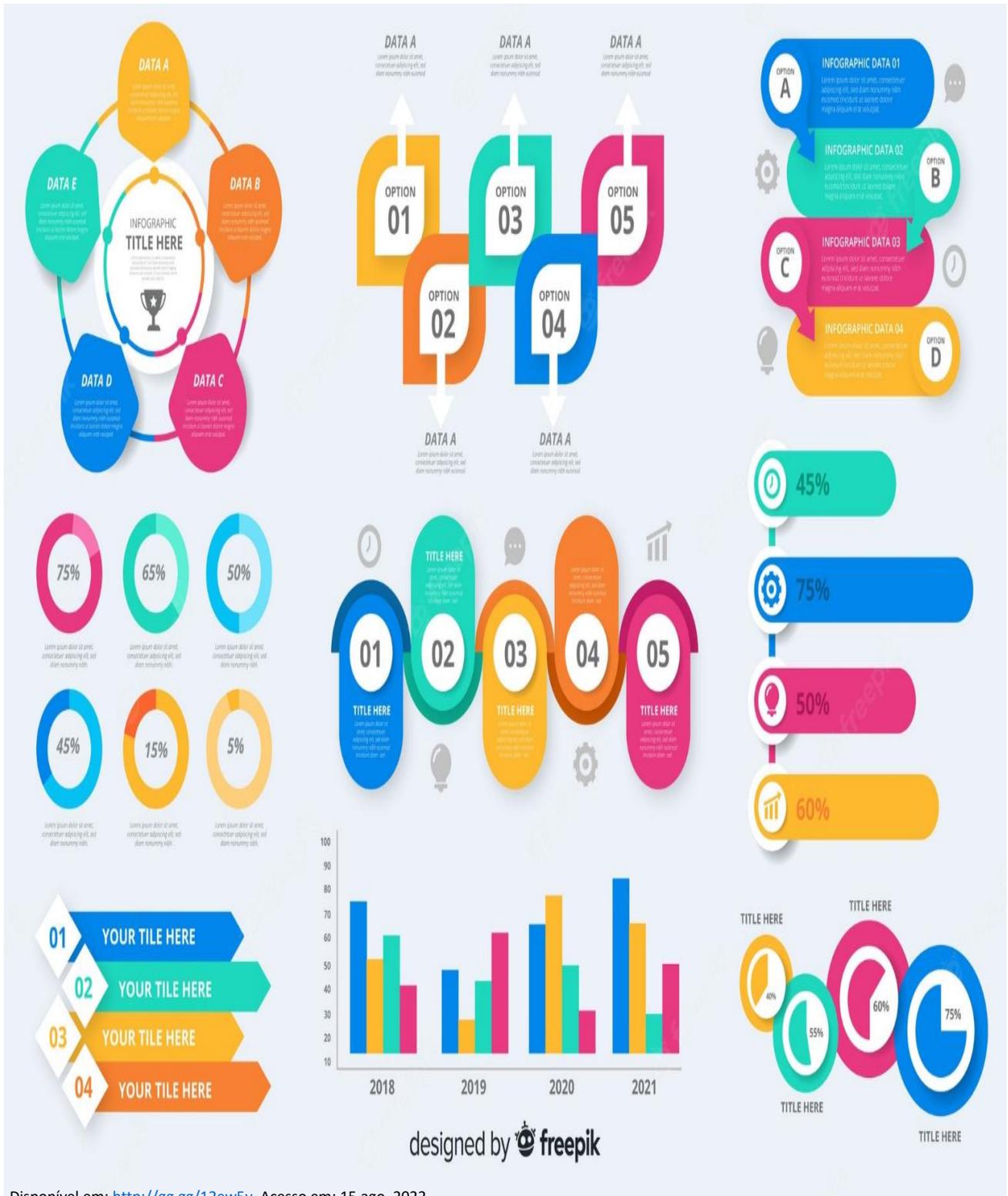
O cézio-137, quando ingerido na sua forma iônica, por meio de comida ou bebida, distribui-se uniformemente entre os fluidos do organismo. Por causa de sua interação e na ausência de tratamento médico adequado, a meia-vida biológica – tempo necessário para que metade do cézio-137 seja eliminado do corpo por meios biológicos – é de 70 dias. Sabendo disso e supondo que uma pessoa consumiu inadvertidamente 1 g de cézio-137, quanto tempo passará para que essa amostra de cézio-137 se reduza a 1 mg na ausência de medicação?



1. um mapa mental é um diagrama que parte de um tema ou ideia central, com suas ramificações informando características e relações com o tema.

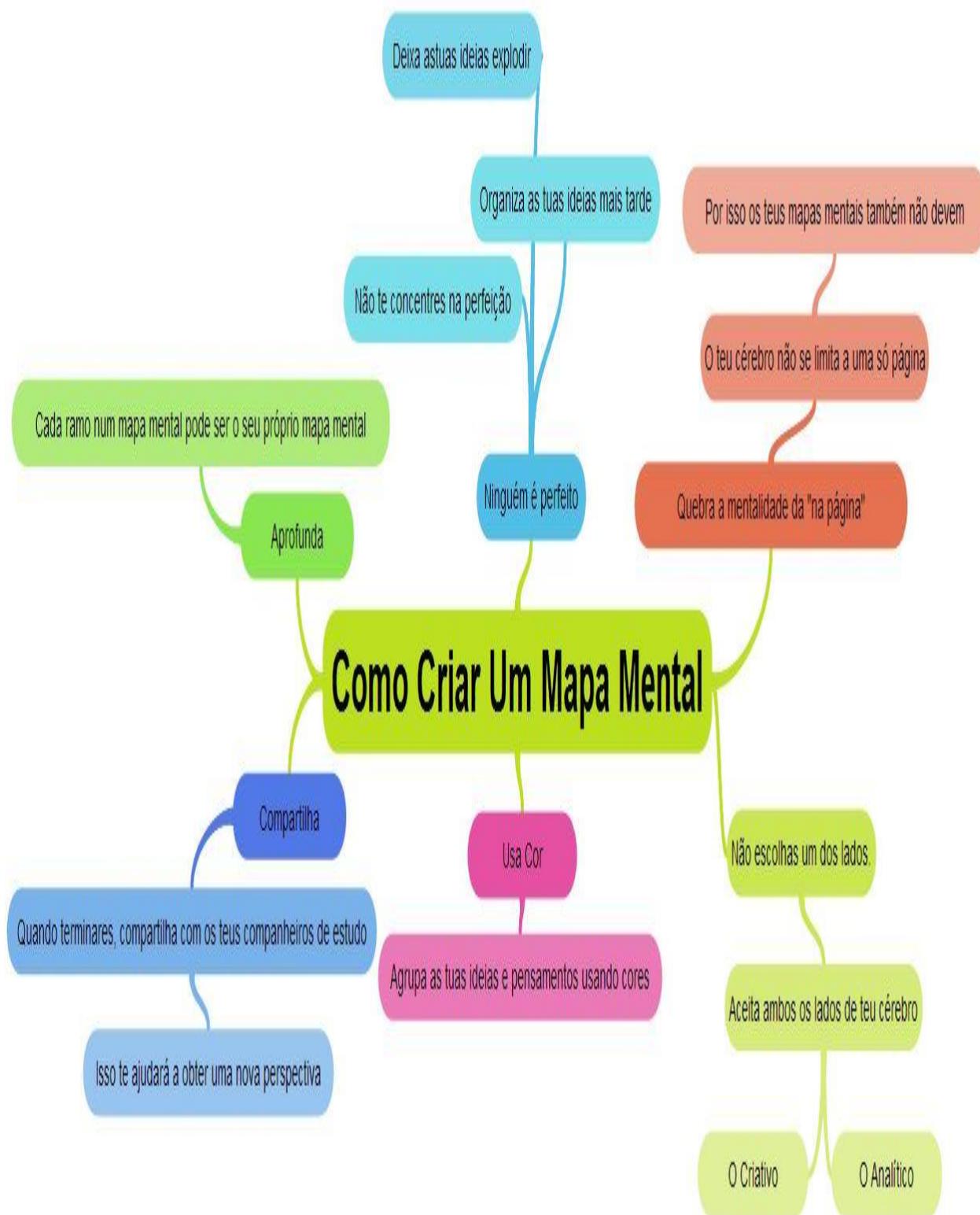
2. Um infográfico é a apresentação de informações com diversos elementos visuais (imagens, diagramas etc.) integrados em pequenos textos e dados numéricos. A seguir, segue uma sugestão de infográfico e mapa mental para a elaboração da atividade.

### Modelos de Infográficos



Disponível em: <http://gg.gg/12ew5y>. Acesso em: 15 ago. 2022.

## Modelo de Mapa Mental





## MOMENTO ENEM

### QUESTÃO 01 – (ENEM/2021-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Com a descoberta de emissões de energia do rádio-226, por Marie Curie e Pierre Curie, o fenômeno foi denominado radiação  $\alpha$  (alfa) ou emissão  $\alpha$ . Posteriormente, verificou-se que a emissão  $\alpha$  na verdade são partículas correspondentes a núcleos de hélio formados por dois prótons e dois nêutrons. Assim, no decaimento  $\alpha$ , um núcleo instável emite partículas  $\alpha$ , tornando-se um núcleo mais estável (núcleo filho). Se um núcleo de rádio-226 emitir duas partículas  $\alpha$ , o número de massa do núcleo filho será

- (A) 226.
- (B) 224.
- (C) 222.
- (D) 220.
- (E) 218.

### QUESTÃO 02 – (ENEM/2021-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

- (A) Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
- (B) Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
- (C) Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
- (D) Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
- (E) Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

### QUESTÃO 03 – (ENEM/2021-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Antes da geração do céu, teremos que rever a natureza do fogo, do ar, da água e da terra. Primeiro, em relação àquilo a que chamamos água, quando congela, parece-nos estar a olhar para algo que se tornou pedra ou terra, mas quando derrete e se dispersa, esta torna-se bafo e ar; o ar, quando é queimado, torna-se fogo; e, inversamente, o fogo, quando se contrai e se extingue, regressa à forma do ar; o ar, novamente concentrado e contraído, torna-se nuvem e nevoeiro, mas, a partir destes estados, se for ainda mais comprimido, torna-se água corrente, e de água torna-se novamente terra e pedras; e deste modo, como nos parece, dão geração uns aos outros de forma cíclica.

Platão, Timeu (c. 360 a.C.)

Buscando compreender a diversidade de formas e substâncias que vemos no mundo, diversas culturas da Antiguidade elaboraram a noção de “quatro elementos” fundamentais, que seriam terra, água, ar e fogo. Essa visão de mundo prevaleceu até o início da Era Moderna, quando foi suplantada diante das descobertas da química e da física.

PLATÃO. *Timeu-Crítias*. Coimbra: CECh, 2011.

Do ponto de vista da ciência moderna, a descrição dos “quatro elementos” feita por Platão corresponde ao conceito de

- (A) partícula elementar.
- (B) força fundamental.
- (C) elemento químico.
- (D) fase da matéria.
- (E) lei da natureza.

### QUESTÃO 04 – (ENEM/2019-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida.

A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a

- (A) mudança da fase sólida para a fase líquida do elemento metálico.

- (B) combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.
- (C) diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.
- (D) transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.
- (E) promoção dos elétrons que se encontram no estado fundamental de energia para níveis mais energéticos.

**QUESTÃO 05 – (ENEM/2019-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Em 1808, Dalton publicou o seu famoso livro intitulado *Um novo sistema de filosofia química* (do original *A New System of Chemical Philosophy*), no qual continha os cinco postulados que serviam como alicerce da primeira teoria atômica da matéria fundamentada no método científico. Esses postulados são numerados a seguir.

1. A matéria é constituída de átomos indivisíveis.
2. Todos os átomos de um dado elemento químico são idênticos em massa e em todas as outras propriedades.
3. Diferentes elementos químicos têm diferentes tipos de átomos; em particular, seus átomos têm diferentes massas.
4. Os átomos são indestrutíveis e nas reações químicas mantêm suas identidades.
5. Átomos de elementos combinam com átomos de outros elementos em proporções de números inteiros pequenos para formar compostos.

Após o modelo de Dalton, outros modelos baseados em outros dados experimentais evidenciaram, entre outras coisas, a natureza elétrica da matéria, a composição e organização do átomo e a quantização da energia no modelo atômico.

OXTOBY, D. W.; GILLIS, H. P.; BUTLER, L. J. *Principles of Modern Chemistry*. Boston: Cengage Learning, 2012 (adaptado).

Com base no modelo atual que descreve o átomo, qual dos postulados de Dalton ainda é considerado correto?

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 4
- (E) 5

**QUESTÃO 06 – (ENEM/2018-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O elemento radioativo tório (Th) pode substituir os combustíveis fósseis e baterias. Pequenas quantidades desse elemento seriam suficientes para gerar grande quantidade de energia. A partícula liberada em seu decaimento poderia ser bloqueada utilizando-se uma caixa de aço inoxidável. A equação nuclear para o decaimento



Considerando a equação de decaimento nuclear, a partícula que fica bloqueada na caixa de aço inoxidável é o/a

- (A) alfa.
- (B) beta.
- (C) próton.
- (D) nêutron.
- (E) pósitron.

**QUESTÃO 07 – (ENEM/2011-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O terremoto e o tsunami ocorridos no Japão em 11 de março de 2011 romperam as paredes de isolamento de alguns reatores da usina nuclear de Fukushima, o que ocasionou a liberação de substâncias radioativas. Entre elas está o iodo-131, cuja presença na natureza está limitada por sua meia-vida de oito dias.

O tempo estimado para que esse material se desintegre até atingir 1/16 da sua massa inicial é de

- (A) 8 dias.
- (B) 16 dias.
- (C) 24 dias.
- (D) 32 dias.
- (E) 128 dias.

**QUESTÃO 08 – (ENEM/2012-Adaptada)**

Leia a charge a seguir.



Disponível em: <http://ocorresponde.blogspot>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Além do risco de acidentes, como o referenciado na charge, o principal problema enfrentado pelos países que dominam a tecnologia associada às usinas termonucleares é o/a

- (A) escassez de recursos minerais destinados à produção do combustível nuclear.
- (B) produção dos equipamentos relacionados às diversas etapas do ciclo nuclear.
- (C) destino final dos subprodutos das fissões ocorridas no núcleo do reator.
- (D) formação de recursos humanos voltados para o trabalho nas usinas.
- (E) rigoroso controle da Agência Internacional de Energia Atômica.

#### QUESTÃO 09 – (ENEM/2012-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Radioisótopos são frequentemente utilizados em diagnósticos por imagem. Um exemplo é aplicação de iodo-131 para detectar possíveis problemas associados à glândula tireoide. Para o exame, o paciente incorpora o isótopo radioativo pela ingestão de iodeto de potássio, o qual se concentrará na região a ser analisada. Um detector de radiação varre a região e um computador constrói a imagem que irá auxiliar no diagnóstico. O radioisótopo em questão apresenta um tempo de meia-vida igual a 8 minutos e emite radiação gama e partículas beta em seu decaimento radioativo.

Química nuclear na medicina. Disponível em: [www.qmc.ufsc.br](http://www.qmc.ufsc.br). Acesso em: 28 jul. 2010 (adaptado).

No decaimento radioativo do iodo-131, tem-se a

- (A) produção de uma partícula subatômica com carga positiva.
- (B) possibilidade de sua aplicação na datação de fósseis.
- (C) formação de um elemento químico com diferente número de massa.
- (D) emissão de radiação que necessita de um meio material para se propagar.
- (E) redução de sua massa a um quarto da massa inicial em menos de meia hora.

#### QUESTÃO 10 – (ENEM/2012-Adaptada)

Leia o texto seguir.

Os materiais radioativos emitem diferentes tipos de radiação. A radiação gama, por exemplo, por sua alta energia e penetração, consegue remover elétrons dos átomos dos tecidos internos e romper ligações químicas por ionização, podendo causar mutação no DNA. Já as partículas betas têm o mesmo efeito ionizante, mas atuam sobre as células da pele.

RODRIGUES JR., A. A. O que é radiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer. *Física na Escola*, v. 8, n. 2, 2007. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (adaptado).

Segundo o texto, um indivíduo irradiado por uma fonte radioativa é exposto ao risco de

- (A) transformar-se em um corpo radioativo.
- (B) absorver a radiação e armazená-la.
- (C) emitir radiação e contaminar outras pessoas.
- (D) sofrer alterações gênicas e desenvolver câncer.
- (E) transportar a radiação e contaminar outros ambientes.



#### REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química**: a ciência central. 9. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 2005.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini. *et al.* **Ser protagonista**: química, 2º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. (Coleção Ser Protagonista).

PERUZZO. F. M.; CANTO. E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2006. v. 1.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química Geral**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

## CAPÍTULO 10 – MOMENTO 01 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### COMPONENTE CURRICULAR

#### QUÍMICA

#### COMPETÊNCIA ESPECÍFICA

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

#### HABILIDADE DA BNCC

**(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM DC-GOEM

**(GO-EMCNT208C)** Reconhecer processos de datação de fósseis, utilizando o conceito de meia-vida e conhecimentos matemáticos para deduzir a idade de seres e objetos e equipamentos utilizados no processo.

### OBJETO DE CONHECIMENTO

Datação de fósseis.

### DESCRITORES SAEB/SAEGO

Reconhecer os fatores que determinam o processo de especiação.

Identificar diferentes unidades de medida.

## MOMENTO 01 – QUÍMICA

### Imersão Curricular



### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

#### DATAÇÃO DE FÓSSEIS

Os fósseis são um dos principais instrumentos para estudar a origem da vida na Terra. É importante para contar a própria história de nosso planeta. A partir dos fósseis e da medição de sua idade, nós conseguimos estabelecer uma linha do tempo da história natural da vida no planeta terra.

Antes de adentrarmos neste assunto, primeiramente vamos aprender sobre os conceitos básicos relacionados aos fósseis, bem como algumas das suas mais interessantes especificações e curiosidades.

#### O QUE É UM FÓSSIL

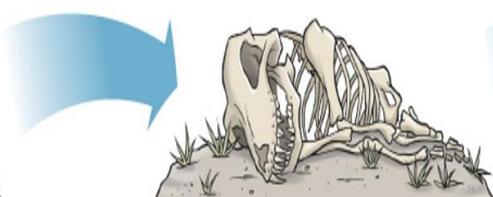
**Fósseis** são vestígios de seres vivos ou de suas atividades biológicas que foram preservados em diversos tipos materiais como sedimentos ou âmbar, por exemplo. Os fósseis podem ser animais, vegetais e até mesmo bactéria ou a pegada de um dinossauro.

Um fóssil (do latim *fossile* = escavado, tirado da terra) é qualquer vestígio (pegada, toca, esterco petrificado) ou resto de seres vivos que ficaram, de certa forma, preservados ao longo do tempo. Os fósseis nos ajudam a reconstituir os ambientes do passado. A maioria dos fósseis é constituída pelas partes duras de animais e plantas: conchas, ossos, dentes, carapaças, madeira e sementes duras que não sofreram decomposição.

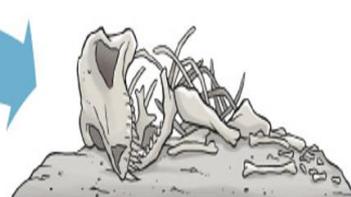
## Exemplificação da datação de fósseis



Momento da morte  
10 ppb de C-14



5.730 anos depois  
5 ppb de C-14



(2 · 5.730) anos depois  
2,5 ppb de C-14

Exemplificação da datação de fósseis (retirada da plataforma ÉTICO - PLURALL).



### GLOSSÁRIO

**Carapaças:** cobertura óssea ou quitinosa que, como um escudo, protege o dorso ou parte do dorso de um animal (tartaruga, tatu, cágado etc.)

Disponível em: <http://gg.gg/12eimz>. Acesso em: 14 set. 2022.



### CONCEITO

#### ATENÇÃO!

Essa preservação ocorre principalmente em rochas, mas pode ocorrer também em materiais como sedimento, gelo, piche, resina, solo e caverna, e os exemplos mais citados são ossos e caules fossilizados, conchas, ovos e pegadas. A Paleontologia é a principal disciplina científica que utiliza fósseis como objeto de estudo, instaurada com a aceitação dos trabalhos de Georges Cuvier. Nessa área do conhecimento, os fósseis fornecem dados importantes quanto à evolução biológica, datação e reconstituição da história geológica da Terra.

A totalidade dos fósseis e sua colocação nas formações rochosas e camadas sedimentares é conhecido como registro fóssil, o qual contém inúmeros restos e vestígios fossilizados dos mais variados seres do passado geológico da Terra. Porém, apenas uma porcentagem ínfima das espécies que já habitaram a Terra preservou-se na forma de fósseis, já que a fossilização é considerada um fenômeno excepcional por

contrapor-se aos processos naturais de decomposição e intemperismo.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 –

Observe a imagem e leia o texto a seguir.

**Fóssil de 100 milhões de anos, comercializado ilegalmente em site de leilões da Itália, chega a museu do Ceará nesta quarta.**



Disponível em: [encurtador.com.br/akSW0](http://encurtador.com.br/akSW0). Acesso em: 14 set. 2022.

O item, retirado clandestinamente do Brasil, vai ser cedido ao Museu de Fósseis de Santana do Cariri.

Disponível em: [encurtador.com.br/akSW0](http://encurtador.com.br/akSW0). Acesso em: 14 set. 2022.

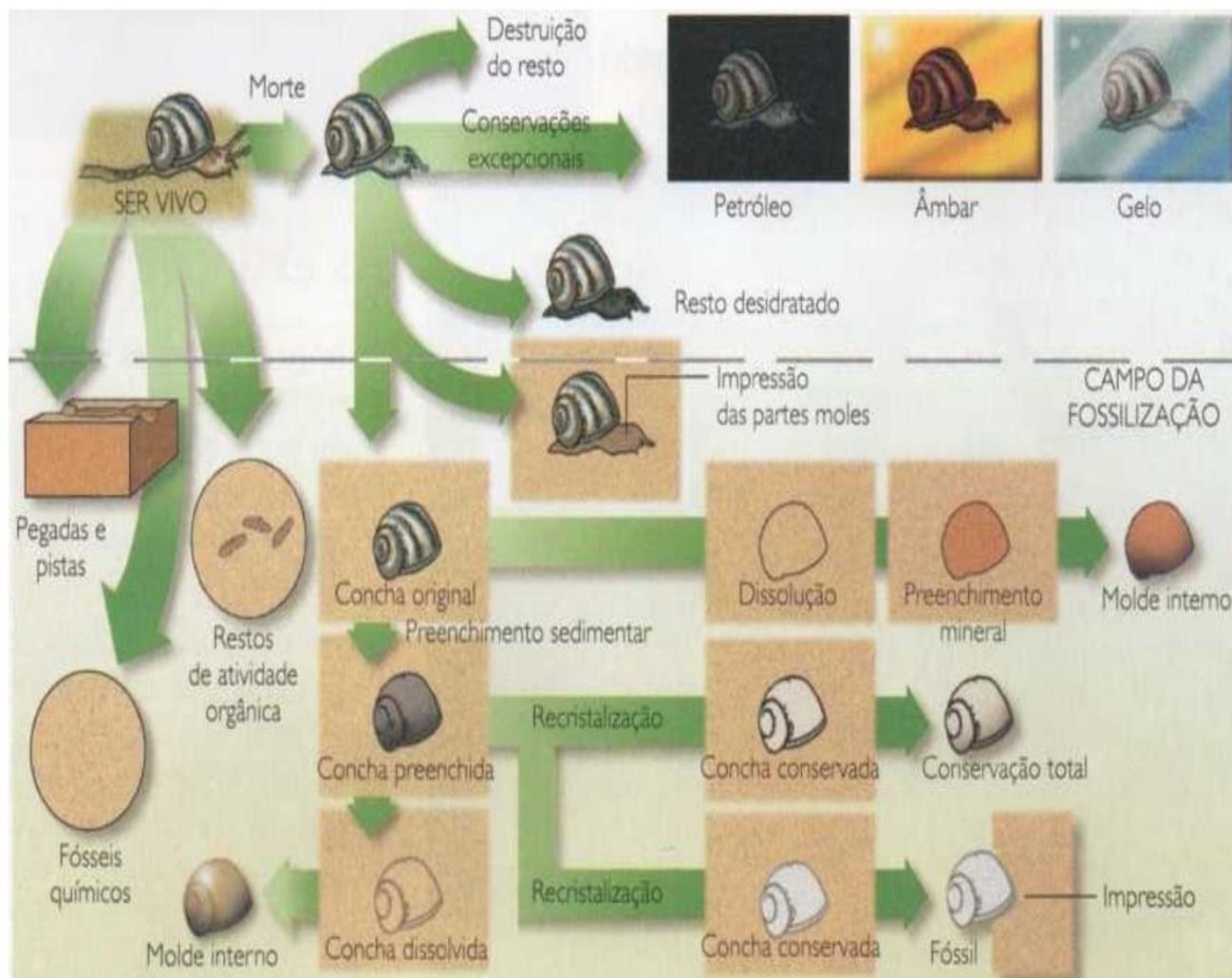
#### TRECHO DA REPORTAGEM

“Um fóssil brasileiro datado em 100 milhões de anos vai ser entregue à Universidade Regional do Cariri (Urca), nesta quarta-feira (11). O item foi retirado do Brasil clandestinamente, e vai ser cedido ao Museu de Fósseis de Santana do Cariri pelo Ministério Público Federal (MPF).

A peça histórica é datada do período Cretáceo e estava sendo comercializada de forma



## Maneiras mais comuns de fossilização



Como ocorre o processo de fossilização -Planeta biologia. Disponível em: [encurtador.com.br/korDW](http://encurtador.com.br/korDW) - Acesso em: 15 set. 2022.

As próximas imagens, mostram um processo de fossilização clássico, mais comum, em que um fóssil de osso é descoberto.





Como ocorre o processo de fossilização -Planeta biologia. Disponível em: [encurtador.com.br/korDW](http://encurtador.com.br/korDW) - Acesso em: 15 set. 2022.

### TIPOS DE FOSSILIZAÇÃO

Os restos orgânicos ou vegetais podem se fossilizar em diferentes modos, dependendo dos fatores químicos e substâncias que atuaram neste depois de sua morte. Os fósseis são reunidos, então, em dois grandes grupos: **restos e vestígios**.

Os **restos** são as partes mais resistentes do organismo, tais como conchas, dentes, ossos que são denominados de partes duras. Porém, em certas ocasiões são encontradas restos de partes moles preservadas como vísceras, pele, músculos, que têm ajudado muito aos cientistas para compreenderem a anatomia e fisiologia destes

organismos. Os restos vegetais são um pouco mais difíceis de se estudar, pois folhas, caules, polens encontram-se separados nos sedimentos. Já os **vestígios** são evidências da existência de organismos ou de suas atividades.



Disponível em: [encurtador.com.br/amop0](http://encurtador.com.br/amop0). Acesso em: 14 set. 2022.



Disponível em: [encurtador.com.br/amop0](http://encurtador.com.br/amop0). Acesso em: 14 set. 2022.

### A DATAÇÃO DE FÓSSEIS

A datação de um fóssil não é uma questão trivial e está ligada à complexidade do registro paleontológico – desde a formação do fóssil até o que ocorre com a camada sedimentar onde este se preservou. Até que os princípios gerais não são tão complicados, mas a aplicação destes na prática são.

Para a **datação dos fósseis** é usada sua posição dentro da sucessão de estratos rochosos que compõem a crosta terrestre. Trata-se de um tipo de datação conhecida como datação relativa. Os estratos mais inferiores da crosta terrestre são os mais antigos, assim como todo o conteúdo fossilífero neles existente. Havendo minerais radioativos nas rochas desses estratos, existe a possibilidade de uma **datação radiométrica** ou **absoluta** – baseada na quantidade de átomos radioativos ainda presente nesses minerais e em sua meia-vida (tempo necessário para que o número inicial de átomos radioativos se reduza à metade) –, o que possibilita então a definição de

idades quantificadas em milhares ou, mais comumente, em milhões de anos.



### GLOSSÁRIO

**Datação:** ato, processo ou efeito de atribuir data a algo.

**Paleontologia:** estudo das espécies existentes em períodos geológicos passados, com base em seus fósseis organizados.

**Radiometria:** área da física dedicada ao estudo e à medição da radiação eletromagnética, principalmente nas regiões do espectro visível e infravermelho. Sua aplicação à radiação observável pelo olho humano chama-se fotometria.

MICHAELIS. *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*. São Paulo: Melhoramentos, c2022. Disponível em: <http://gg.gg/12eimd>. Acesso em: 14 set. 2022.



### SAIBA MAIS

### COMO É DETERMINADA A IDADE DE UM FÓSSIL?



“O método usado é chamado de datação radioativa, baseia-se no fenômeno da radioatividade e foi descoberto no final do século XIX. A radioatividade faz os átomos perderem partículas (prótons ou nêutrons) na forma de radiação, causando variação no seu número de massa ou em seu número atômico. No caso de fósseis de seres vivos, costuma-se usar carbono 14

(com seis prótons e oito nêutrons) para fazer a datação.

O carbono 14 emite radiação, perdendo dois nêutrons e se transformando em carbono 12. Em 5 730 anos, uma certa quantidade de carbono 14 ficará reduzida à metade, sendo a outra metade transformada em carbono 12. Por isso, esse tempo é chamado de meia-vida. A meia-vida do carbono 14 é tão curta que ele apenas pode ser usado para medir restos de organismos que viveram até 70 000 anos atrás. Para organismos mais antigos usa-se o mesmo processo – mas torna-se necessário recorrer a outro elemento radioativo, de meia-vida mais longa, como referência.

Além do carbono 14, pode-se usar o potássio 40 – com meia-vida de 1,25 bilhão de anos – ou o urânio 238 – com 4,47 bilhões de anos –, além de muitos outros elementos radioativos. Para medir, nos fósseis, a quantidade desses elementos e dos que eles originam por radiação, os cientistas utilizam um aparelho chamado espectrômetro de massa, que permite descobrir a massa atômica dos elementos químicos presentes.

Essa técnica, porém, não deverá funcionar corretamente no futuro, dentro de alguns milhões de anos – isso porque, a partir da década de 1940, a explosão de bombas atômicas, a realização de testes nucleares e os acidentes em usinas atômicas causaram modificações na radioatividade do planeta que farão esse método de datação perder sua referência-base.

Gostou do lagartão? Ele é uma reconstituição em resina do dinossauro *Santanaraptor placidus* – que teria vivido no Ceará há 110 milhões de anos –, feita a partir dos fósseis seguir.

1. Combinado com o oxigênio do ar, o carbono 14 radioativa forma gás carbônico;
2. O carbono 14 – assim como o carbono 12 – é absorvido pelas plantas por meio da fotossíntese
3. Os animais se alimentam das plantas, fazendo o carbono 14 entrar na cadeia alimentar;
4. A proporção de carbono 12 e 14 nos seres vivos permanece constante durante toda sua vida;
5. Após a morte, porém, essa proporção começa a ser alterada pela radioatividade;
6. A cada 5 730 anos, metade do carbono 14 presente nos restos mortais vira carbono 12. Esse período – chamado de meia-vida – serve de referência para determinar a idade do fóssil;

7. Depois de descobertos, os fósseis têm de ser levados a um laboratório, onde as massas de carbono 12 e 14 podem ser identificadas com precisão e usadas no cálculo final;

8. O aparelho que detecta a massa atômica exata de cada elemento químico encontrado no fóssil é o espectrômetro de massa. Com esses números na mão, fica fácil calcular a idade.”

COMO é determinada a idade de um fóssil? Super Interessante, 04 jul. 2018. Disponível em: <http://gg.gg/12ewpk>. Acesso em: 15 ago. 2022.

## MEIA-VIDA

Sabemos que, entre as pessoas nascidas no dia de hoje, algumas terão vida mais curta, e outras, vida mais longa. Com os núcleos radioativos acontece algo semelhante. Em um conjunto de átomos radioativos, pode ocorrer de um átomo estar se desintegrando (deixar de existir) neste instante, um segundo átomo se desintegrar daqui a uma hora, um terceiro daqui a três meses e assim por diante. O urânio-238, por exemplo, desintegra-se tão lentamente que continua existindo – desde a formação da Terra; pelo contrário, há elementos produzidos artificialmente cuja radioatividade se esgota em questão de minutos – ou, em alguns casos, em frações de segundo.

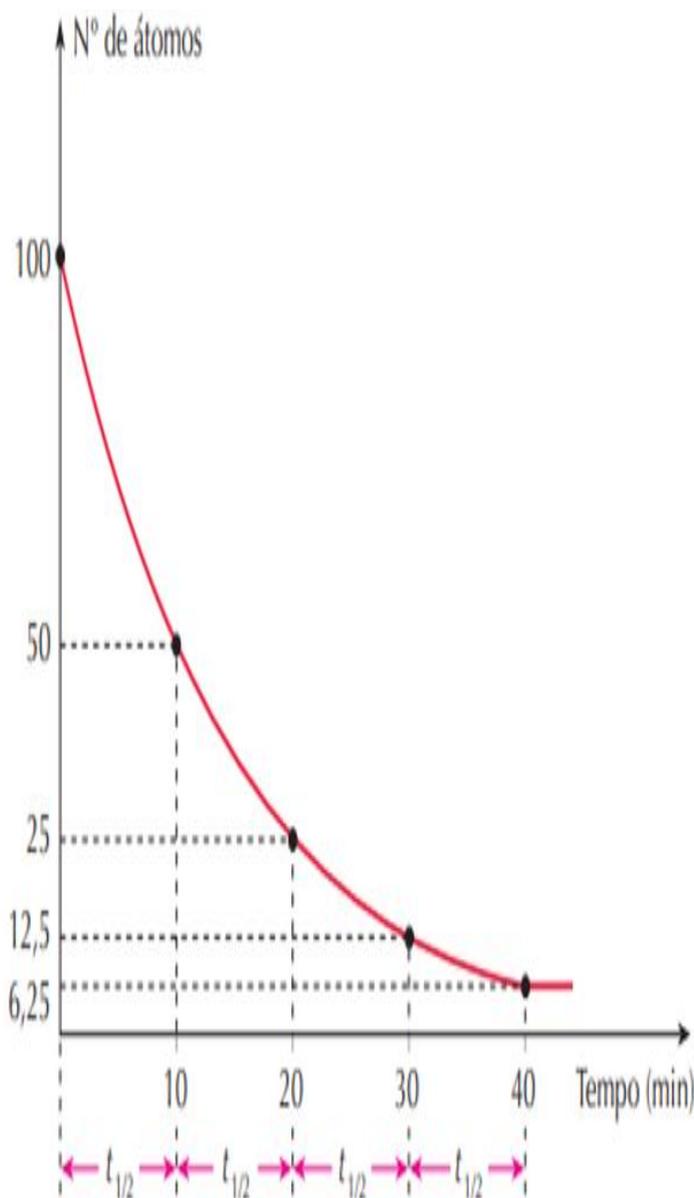
Conhecer a rapidez com que um elemento radioativo se desintegra é muito importante na prática. Um primeiro exemplo que podemos mencionar é o da medicina nuclear: quando um radioisótopo é injetado em uma pessoa para se fazer um exame clínico, é importante saber por quanto tempo haverá radioatividade no organismo do paciente. Outro exemplo é o do armazenamento do lixo nuclear: nesse caso, torna-se necessário saber por quanto tempo o lixo deve permanecer estocado. E muitos outros exemplos poderiam ser citados.

A forma mais usual de medir a rapidez de uma desintegração é a que é dada pela seguinte definição:

**Tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) ou período de semidesintegração (P) é o tempo necessário para desintegrar a metade dos átomos radioativos existentes em uma dada amostra.**

Vamos imaginar, por exemplo, que uma determinada amostra radioativa forneça os dados, a seguir, dando origem ao gráfico correspondente:

## Meia-vida



Tempo (min)	Quantidade de átomos radioativos presentes
0	100
10	50
20	25
30	12,5
40	6,25
⋮	⋮

FELTRE, Ricardo. Meia-vida de alguns elementos. In: FELTRE, Ricardo. **Química**. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Química).

Nesse exemplo, temos um tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) de 10 minutos. A curva obtida é chamada de curva de decaimento do elemento radioativo e traduz também a velocidade de desintegração (ou atividade) do elemento. A velocidade média de desintegração, por sua vez, pode ser entendida como o “número de átomos que se desintegram em uma unidade de tempo”.

A tabela, a seguir, nos mostra que o tempo de meia-vida varia bastante de um radioisótopo para outro.

Tempo de meia-vida de alguns elementos

Radioisótopo	Tempo de meia-vida
$^{220}_{86}\text{Rn}$	55,6 segundos
$^{218}_{84}\text{Po}$	3,08 minutos
$^{95}_{43}\text{Tc}$	20,0 horas
$^{234}_{90}\text{Th}$	24,1 dias
$^{90}_{38}\text{Sr}$	29,1 anos
$^{14}_6\text{C}$	5.715 anos
$^{10}_4\text{Be}$	1,52 milhão de anos
$^{238}_{92}\text{U}$	4,46 bilhões de anos

FELTRE, Ricardo. Tempo de meia-vida de alguns elementos. In: FELTRE, Ricardo. **Química**. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Química).

O tempo de meia-vida é uma característica de cada radioisótopo e independe da pressão, da temperatura e do composto químico no qual o radioisótopo esteja presente ou que ele venha a formar (é importante lembrar que radioatividade é uma propriedade dos núcleos dos átomos e não de suas eletrosferas, que são as responsáveis pelas químicas dos elementos).



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

#### ATIVIDADE 01 –

O que é tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) ou período de semidesintegração (P)?

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 02 –

O que indica a curva de decaimento?

---

---

---

---

#### ATIVIDADE 03 –

O que é velocidade de desintegração?

---

---

---

---



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTEGRADORA

Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias.

#### ATIVIDADE INTEGRADORA 01 –

O que é uma progressão geométrica (PG)? Qual a diferença entre a progressão geométrica (PG) e a progressão aritmética (PA)?

---

---

---

---

---

#### ATIVIDADE INTEGRADORA 02 –

Podemos dizer que PA e PG se parecem com quais funções?

---

---

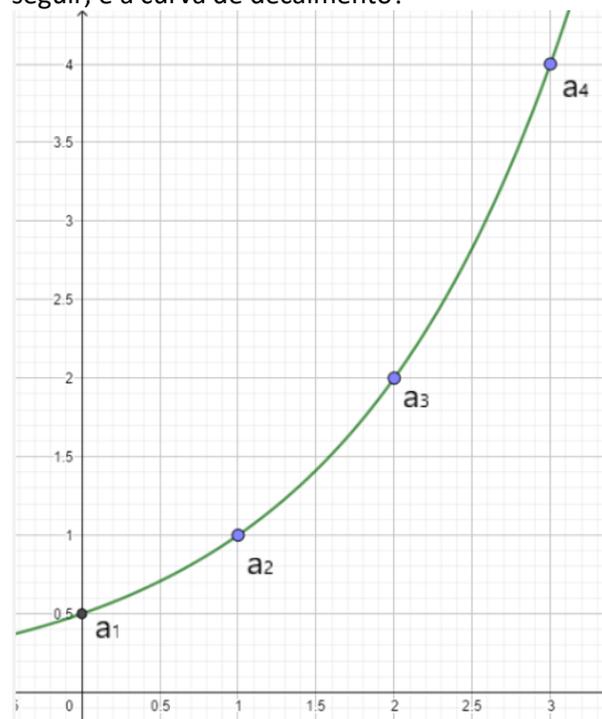
---

---

---

#### ATIVIDADE INTEGRADORA 03 –

Qual a semelhança existente entre o gráfico, a seguir, e a curva de decaimento?



---

---

---

---

---

---

---

---

---

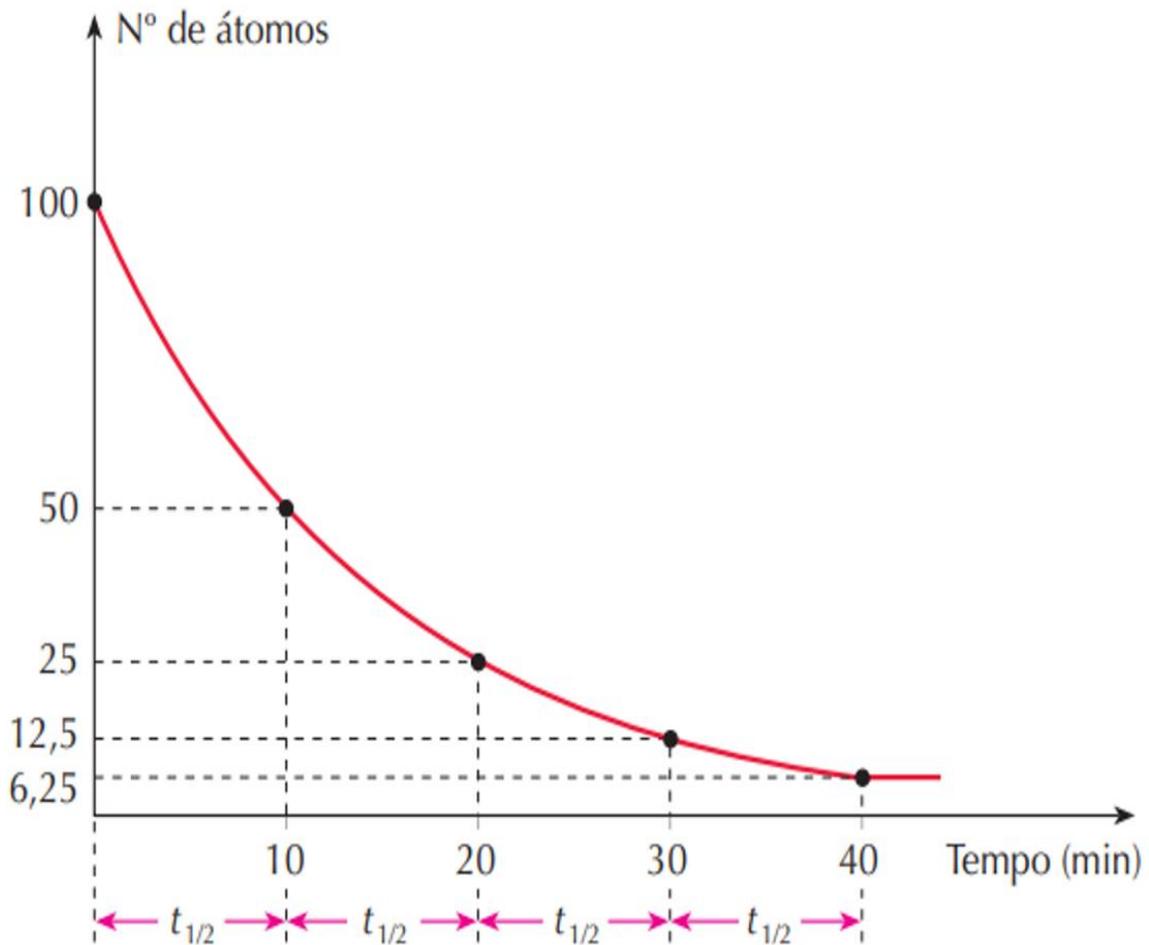
---

Em dupla, com o auxílio de uma calculadora, faça uma tabela comparando o tempo necessário para que 128 átomos de alguns dos elementos mostrados na tabela acima poderão se reduzir a 1% da quantidade inicial. (ou seja, em quanto tempo poderemos ter 1 átomo.

A seguir, um exemplo de organização possível para responder a atividade.

	$^{218}_{84}\text{Po}$	$^{95}_{43}\text{Tc}$	$^{90}_{38}\text{Sr}$	$^{14}_6\text{C}$	$^{10}_4\text{Be}$
128 átomos					
64 átomos					
32 átomos					
16 átomos					
8 átomos					
4 átomos					
2 átomos					
1 átomo					

Que tal vocês aplicarem os conhecimentos de funções e elaborarem um gráfico, nos moldes da curva de decaimento para os elementos da tabela?





A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min g). Após a morte, a quantidade de  $^{14}\text{C}$  se reduz pela metade a cada 5.730 anos.

Disponível em: <http://noticias.terra.com.br>. Acesso em: 9 nov. 2013 (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6.750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

- (A) 450.
- (B) 1.433.
- (C) 11.460.
- (D) 17.190.
- (E) 27.000.

#### QUESTÃO 05 – (ENEM/2011-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Radioisótopos são frequentemente utilizados em diagnósticos por imagem. Um exemplo é aplicação de iodo-131 para detectar possíveis problemas associados à glândula tireoide. Para o exame, o paciente incorpora o isótopo radioativo pela ingestão de iodeto de potássio, o qual se concentrará na região a ser analisada. Um detector de radiação varre a região e um computador constrói a imagem que irá auxiliar no diagnóstico. O radioisótopo em questão apresenta um tempo de meia-vida igual a 8 minutos e emite radiação gama e partículas beta em seu decaimento radioativo.

Química nuclear na medicina. Disponível em: [www.qmc.ufsc.br](http://www.qmc.ufsc.br). Acesso em: 28 jul. 2010 (adaptado).

No decaimento radioativo do iodo-131, tem-se a

- (A) produção de uma partícula subatômica com carga positiva.

- (B) possibilidade de sua aplicação na datação de fósseis.

- (C) formação de um elemento químico com diferente número de massa.

- (D) emissão de radiação que necessita de um meio material para se propagar.

- (E) redução de sua massa a um quarto da massa inicial em menos de meia hora.

#### QUESTÃO 06 – (ENEM/2016-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono - 14.

FAPESP. DNA do mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- (A) proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.

- (B) decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.

- (C) fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.

- (D) emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.

- (E) transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

#### QUESTÃO 07 – (ENEM/2021-Adaptada)

Leia o texto a seguir.

Os pesticidas organoclorados foram amplamente empregados na agricultura, contudo, em razão das suas elevadas toxicidades e persistências no meio ambiente, eles foram banidos. Considere a aplicação de 500 g de um pesticida organoclorado em uma cultura e que, em certas condições, o tempo de meia-vida do pesticida no solo seja de 5 anos.

A massa do pesticida no decorrer de 35 anos será mais próxima de

- (A) 3,9 g.
- (B) 31,2 g.
- (C) 62,5 g.
- (D) 125,0 g.
- (E) 250,0 g.

**QUESTÃO 08 – (ENEM/2018-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O terremoto e o tsunami ocorridos no Japão em 11 de março de 2011 romperam as paredes de isolamento de alguns reatores da usina nuclear de Fukushima, o que ocasionou a liberação de substâncias radioativas. Entre elas está o iodo-131, cuja presença na natureza está limitada por sua meia-vida de oito dias.

O tempo estimado para que esse material

se desintegre até atingir  $\frac{1}{16}$  da sua massa inicial é de

- (A) 8 dias.
- (B) 16 dias.
- (C) 24 dias.
- (D) 32 dias.
- (E) 128 dias.

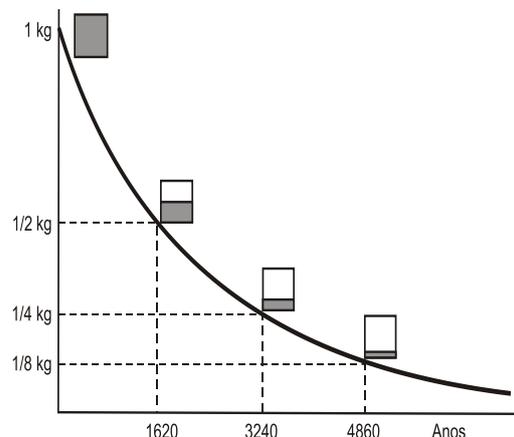
**QUESTÃO 09 – (ENEM/2009-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos.

Por isso, existe a necessidade de se fazer um descarte adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo característico, chamado meia-vida, que é o tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio-226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinos

terrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



As informações fornecidas mostram que

- (A) quanto maior é a meia-vida de uma substância mais rápido ela se desintegra.
- (B) apenas  $\frac{1}{8}$  de uma amostra de rádio-226 terá decaído ao final de 4.860 anos.
- (C) metade da quantidade original de rádio-226, ao final de 3.240 anos, ainda estará por decair.
- (D) restará menos de 1% de rádio-226 em qualquer amostra dessa substância após decorridas 3 meias-vidas.
- (E) a amostra de rádio-226 diminui a sua quantidade pela metade a cada intervalo de 1.620 anos devido à desintegração radioativa.

**QUESTÃO 10 – (ENEM/2009-Adaptada)**

Leia o texto a seguir.

Os cientistas conseguem determinar a idade de um fóssil com menos de 40.000 anos de idade utilizando o método do carbono-14 ( $^{14}\text{C}$ ) ou carbono radioativo. Isso é feito a partir da relação existente entre a quantidade de  $^{14}\text{C}$  restante no fóssil e a quantidade de  $^{14}\text{C}$  em uma espécie semelhante atual. Apesar de sofrer decaimento radioativo, a quantidade de carbono-14 na atmosfera, em particular em moléculas de  $\text{CO}_2$ , é praticamente constante devido à incidência dos raios

cósmicos, que atingem a Terra a todo instante. Assim, por fazerem parte do ciclo do carbono, animais e vegetais mantêm uma quantidade praticamente constante de carbono-14 em sua constituição enquanto estão vivos. Porém, quando morrem, cessa a entrada de carbono no organismo e esse número vai diminuindo à medida que o carbono-14 vai decaindo radioativamente. A meia-vida do carbono-14, isto é, o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos de uma amostra decaia, é constante e de aproximadamente 5.730 anos.

Disponível em:  
<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,O1109680-E11426,00.html>. Acesso em: 15 mar. 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, para se descobrir a idade de um fóssil que não poderia ter mais de 40.000 anos, é relevante determinar

- (A) a meia-vida do carbono-14.
- (B) se o fóssil é animal ou vegetal.
- (C) se o fóssil tem mais de 5.730 anos.
- (D) a quantidade de carbono-14 presente no fóssil.
- (E) a relação entre as quantidades de carbono-14 em uma parte do fóssil e no fóssil todo.



#### REFERÊNCIAS

TOMASSI, H. Z.; ALMEIDA, C. M. O que é fóssil? Diferentes conceitos na Paleontologia *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22., Natal, 2011. **Anais** [...]. Natal, 2011. p.143-147. Disponível em: <http://gg.gg/12fj8p>. Acesso em: 14 set. 2022.

PROCESSOS e tipos de fossilização. Hi7.co, [s.d.]. Disponível em: <http://gg.gg/12eim6>. Acesso em: 14 set. 2022.