



# INTRODUÇÃO À RADIOATIVIDADE

# INTRODUÇÃO À RADIOATIVIDADE



Com frequência, somos rodeados de informações envolvendo radioatividade. A mídia, a indústria de entretenimento e até mesmo um bate-papo com conhecidos nos traz temas como bombas atômicas, uso de radiação em alimentos, acidentes em usinas nucleares, dentre outros. Esse bombardeamento de assuntos pode nos levar a criar concepções equivocadas sobre o tema. Afinal, que raios é radioatividade? Existe diferença entre radiação e radioatividade?

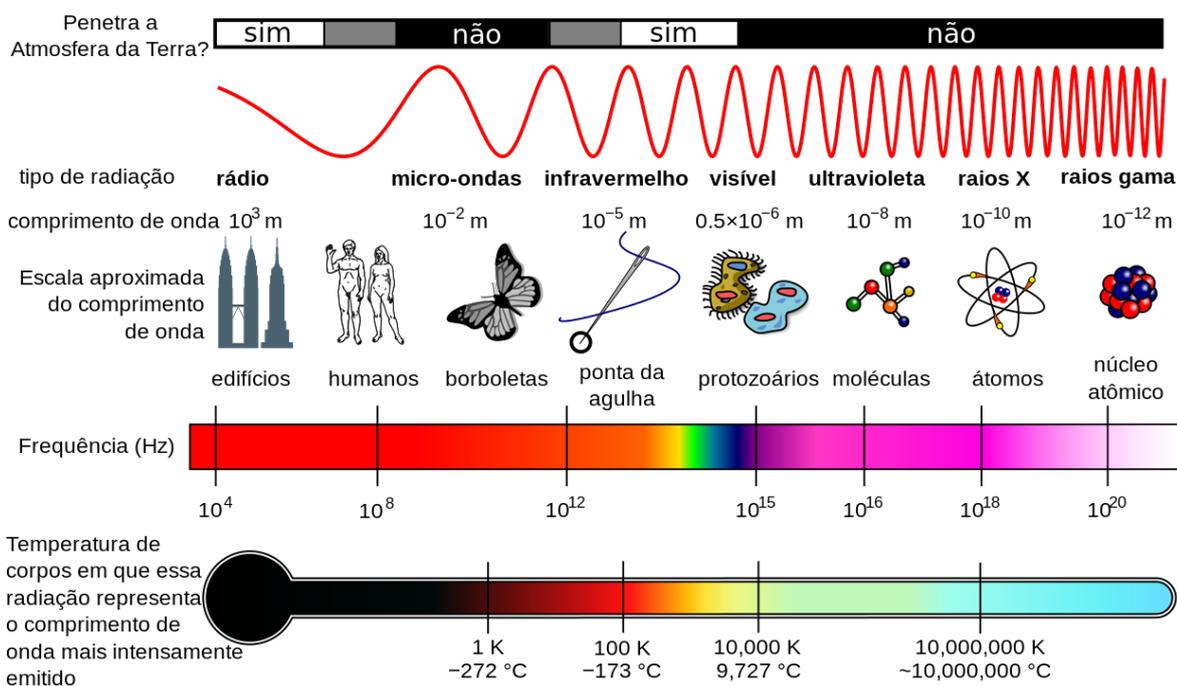
A **radiação** é uma das formas que a energia pode ser transmitida. Já a **radioatividade** é um processo que ocorre no núcleo atômico e que tem como produto alguma forma de radiação.

Não entendeu? Não se preocupe, contaremos mais detalhes de cada uma dessas definições.

## O QUE É RADIAÇÃO?

Denominamos de radiação a transmissão de energia na forma de ondas ou de partículas.

A transmissão na forma de ondas é mais comum e costumamos chamá-la de radiação **eletromagnética**. Nesse tipo de radiação estão inclusas as ondas da luz visível, infravermelho, ultravioleta, ondas de rádio e etc, ou seja, todas as frequências do espectro eletromagnético:



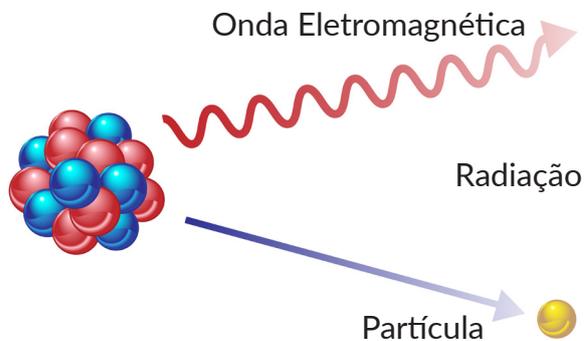
Neste contexto, o que você precisa saber é que ondas de menor comprimento, e conseqüentemente de maior frequência, carregam mais energia.

Existe também a radiação de partículas, onde a energia é transportada na forma de partículas, que podem ser nêutrons, elétrons, prótons (elétrons de carga positiva) e até mesmo núcleos inteiros de Hélio.



## O QUE É RADIOATIVIDADE?

A radioatividade é o processo no qual núcleos atômicos instáveis emitem radiação na forma de ondas e/ou de partículas, com o objetivo de atingir a estabilidade.



Vale lembrar que a radiação pode ser liberada também pela eletrosfera, ou seja, fora do núcleo. No entanto, esse tipo de processo **não** é chamado de radioatividade!

Um exemplo disso são os Raios X. Eles são uma forma de radiação, mas não são emitidos pelo núcleo atômico, logo, não são produtos da radioatividade.

## O QUE CAUSA A RADIOATIVIDADE?

A radioatividade, como vimos, ocorre apenas em núcleos atômicos instáveis. Um núcleo instável é um núcleo incapaz de se manter inteiro, ou seja, que tende a se dividir em partes menores.

Certo, mas o que causa essa instabilidade e, conseqüentemente, a radioatividade?

Primeiramente, é importante saber que existem duas forças atuando no interior de todo núcleo atômico: a **força elétrica** e a **força nuclear forte**.

## FORÇA ELÉTRICA

A força elétrica você já conhece: é ela que mantém os elétrons ligados ao núcleo, por

exemplo. Ela atua sobre corpos carregados e, apesar de ter sua intensidade reduzida com a distância, possui alcance infinito. Esta força é atrativa entre corpos de cargas de sinais opostos e repulsiva entre corpos de cargas de mesmo sinal.

## FORÇA NUCLEAR FORTE

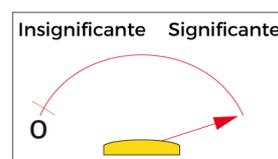
A força nuclear forte é, como o próprio nome já diz, muito forte, mais forte do que a força eletromagnética. Ela atua sobre núcleons, ou seja, sobre as partículas que compõem o núcleo atômico: prótons e nêutrons.

Porém, ela não tem alcance infinito. Na verdade, seu alcance é extremamente limitado, da ordem de  $10^{-14}$  metros. Diferentemente da força elétrica, a força nuclear forte é sempre atrativa.

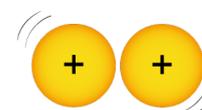
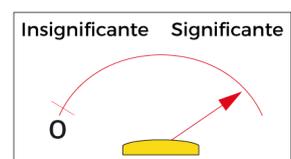
Desse modo, é a força nuclear forte que permite que prótons fiquem unidos no núcleo atômico, apesar da repulsão elétrica que existe entre eles por possuírem cargas elétricas de mesmo sinal.

Observe a imagem abaixo:

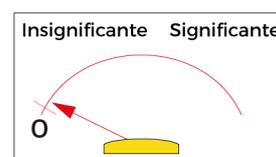
Força nuclear forte (atrativa)



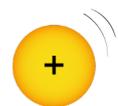
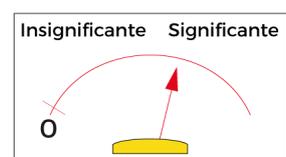
Força elétrica (repulsiva)



Força nuclear forte (atrativa)



Força elétrica (repulsiva)





Quando os prótons estão suficientemente próximos entre si, a força nuclear forte (atrativa) é mais intensa do que a força elétrica (repulsiva). Sendo assim, os prótons se mantêm unidos.

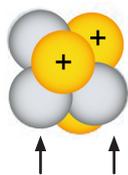
Quando os prótons estão mais distantes um do outro do que o alcance da força nuclear forte, a força elétrica (repulsiva) é mais intensa do que a força nuclear forte (atrativa). Sendo assim, os prótons tendem a se repelir, ou seja, o núcleo que os contém está instável.

## QUAIS NÚCLEOS ATÔMICOS SÃO INSTÁVEIS?

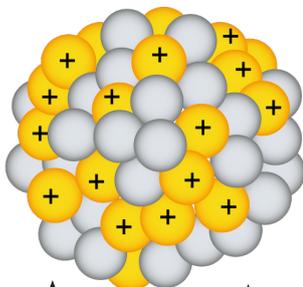
Como vimos, para que um núcleo seja estável, os prótons nele contidos devem estar suficientemente próximos uns dos outros, fazendo com que a força nuclear forte supere a repulsão elétrica.

Tudo bem, mas o que interfere diretamente na distância entre os prótons? O tamanho do núcleo!

Observe a imagem abaixo:



(a) Núcleons próximos uns dos outros



(b) Núcleons mais afastados uns dos outros

Observe que, no núcleo menor (a), todos os núcleons estão próximos o suficiente para que a atração entre eles seja intensa.

Já no núcleo maior (b), os núcleons em lados opostos não estão tão próximos uns dos outros e, portanto, a intensidade da força nuclear forte que atua sobre eles é menor.

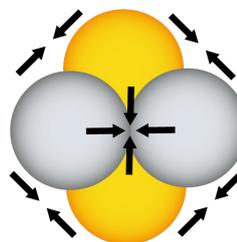
Como resultado, núcleos grandes são menos estáveis!

## A INTERFERÊNCIA DOS NÊUTRONS NA ESTABILIDADE

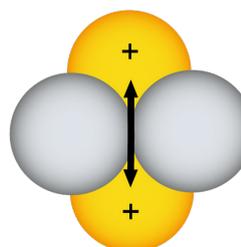
A nossa sorte é que o núcleo atômico não é formado apenas de prótons. Os nêutrons interferem, e muito, na estabilidade nuclear.

Como sabemos, os nêutrons são eletricamente neutros, ou seja, não sofrem os efeitos da força elétrica. Porém, tanto prótons quanto nêutrons se atraem mutuamente através da força nuclear forte. Observe a imagem abaixo:

Podemos concluir então que não existem forças de repulsão sobre nêutrons, apenas



Todos os núcleons, tanto prótons quanto nêutrons, se atraem por meio da força nuclear forte.



Somente os prótons se repelem por meio da força elétrica.



forças de atração, ou seja, a presença de nêutrons em um núcleo traz apenas estabilidade.

Muitos físicos chamam os nêutrons de “cimento nuclear”, justamente porque eles ajudam a manter um núcleo atômico íntegro.

Quanto mais prótons existirem em um núcleo, ou seja, quanto maior for o número atômico do elemento em questão, mais nêutrons serão necessários para ajudar a contrabalancear as repulsões elétricas entre os prótons.

Para manter um núcleo leve estável, basta que exista uma quantidade de nêutrons igual à quantidade de prótons. Por exemplo, um isótopo estável de Carbono tem 6 prótons e 6 nêutrons.

No entanto, elementos mais pesados precisam de uma quantidade muito maior de nêutrons para se manter estável. Por exemplo, um isótopo estável de ouro tem 79 prótons e 118 nêutrons.

### ***Tá, mas como o fenômeno da radioatividade foi descoberto?***

Estudando um mineral de urânio, o físico francês Antoine-Henri Becquerel observou que ele emitia radiação espontaneamente, e não radiação absorvida de raios solares. Conforme estudava, descobriu que todos os minerais à base de urânio também possuíam essa propriedade.

Becquerel sugeriu à sua aluna de doutorado, a polonesa Marie Sklodowska Curie, que estudasse um minério de urânio chamado de pechblenda, ou uranita ( $UO_2$ ). Madame Curie, como era conhecida, iniciou os seus estudos em parceria com

seu marido, Pierre Curie, e trabalharam com cerca de 1400 litros do minério e foram os principais responsáveis pela compreensão dos processos radioativos.

Além disso, os Curie foram os primeiros a isolar átomos de dois novos elementos químicos: o **rádio** e o **polônio**.

Becquerel e o casal Curie receberam um Nobel de física em 1903 por suas descobertas.

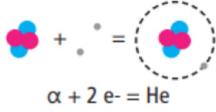
Ao longo do tempo, os cientistas perceberam que existiam três tipos de emissões radioativas: Alfa ( $\alpha$ ), Beta ( $\beta$ ) e Gama ( $\gamma$ ).

### **TIPOS DE EMISSÃO RADIOATIVA**

As emissões de partículas nucleares ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ) são classificadas como radiações ionizantes, pois apresentam a capacidade de arrancar elétrons de outras substâncias, transformando-as em íons ou radicais livres.

Um dos efeitos biológicos das radiações ionizantes acontece quando partículas alfa ( $\alpha$ ) são inaladas ou ingeridas, pois devido à sua grande capacidade de retirar elétrons e se tornar átomos de hélio, elas podem alterar a estrutura de moléculas como enzimas e proteínas, alterando suas funções biológicas. Um exemplo é o plutônio (Pu), considerado um dos mais tóxicos materiais radioativos, que pode ser oxidado facilmente para  $Pu^{4+}$ , apresentando propriedades semelhantes às do  $Fe^{3+}$ , que é substituído pelo  $Pu^{4+}$  no organismo e acaba sendo absorvido pelos ossos, destruindo a capacidade de produzir células vermelhas do sangue.

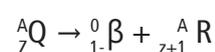
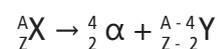


Características e propriedades das emissões			
Emissões	Alfa ( $\alpha$ )	Beta ( $\beta$ )	Gama ( $\gamma$ )
Características	São partículas pesadas, com carga elétrica positiva, constituídas de 2 prótons e de 2 nêutrons (um núcleo do átomo de hélio).	São partículas leves: elétrons (chamados de $\beta^-$ ) ou, em alguns casos, pósitrons (chamados de $\beta^+$ ). Um pósitron não passa de um elétron de carga positiva.	São radiações eletromagnéticas. Não possuem carga elétrica nem massa.
Velocidade	Cerca de 5% da velocidade da luz	Chegam a atingir 95% da velocidade da luz	Velocidade igual à da luz: $\approx 300\,000$ km/s.
Poder de ionização (nº de íons formados por $\text{cm}^3$ na trajetória da partícula)	Alto. A partícula alfa captura 2 elétrons do meio, transformando-se em um átomo de hélio.  $\alpha + 2 e^- = \text{He}$	Médio. Como as partículas beta têm carga elétrica menor (em módulo) que a das partículas alfa, a ionização que provocam é menor.	Baixo. Como a radiação gama não possui carga, ela só pode gerar ionização indiretamente.
Poder de penetração	Pequeno. Podem ser detidas por uma camada de 7 cm de ar, por uma folha de papel ou por uma chapa de alumínio de 0,06 mm.	Médio. São entre 50 e 100 vezes mais penetrantes que as partículas alfa. Podem ser detidas por uma chapa de chumbo de 2 mm ou de alumínio de 1 cm.	Alto. São mais penetrantes que os raios X, pois têm comprimentos de onda bem menores. Atravessam até 15 cm de aço. São detidos por placas de chumbo de 5 cm ou mais e por grossas paredes de concreto.

## LEIS DE SODDY

Os átomos com núcleos atômicos instáveis emitem partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , sendo essa liberação chamada de **decaimento radioativo**. De acordo com os estudos do químico inglês, Frederick Soddy, é possível partir de leis básicas que explicam como ocorre esse decaimento radioativo (1ª e 2ª Lei de Soddy). Essas leis se baseiam nos seguintes fatores:

- Quando um átomo de um determinado elemento químico emite partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ), ou partículas beta ( ${}^0_{-1}\beta$ ), ocorre a transformação em um átomo de um novo elemento químico. Isso não ocorre no decaimento  $\gamma$ . Exemplo:



Note que a reação acima representa um decaimento  $\beta^-$ , onde a partícula beta é um elétron, o mais comum entre os decaimentos beta. Existe também o decaimento  $\beta^+$ , onde a partícula  $\beta$  é um pósitron.

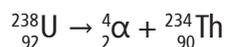
- Na radioatividade natural, as emissões não são singulares. Por exemplo, a emissão gama  ${}^0_0\gamma$  é acompanhada de uma partícula  $\alpha$  ou de uma partícula  $\beta$ .



- A intensidade da emissão de cada partícula é proporcional à quantidade de átomos do elemento químico radioativo presente na amostra.
- O decaimento de uma fração de determinado elemento químico é constante ao longo do tempo.

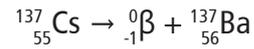
**Primeira Lei de Soddy:** a primeira lei se relaciona com emissões de partículas  $\alpha$ . Quando um átomo emite partículas  $\alpha$ , o seu número atômico (Z) diminui em 2 unidades e o número de massa (A) diminui em 4 unidades. Vale lembrar que temos conservação de Z e A para qualquer decaimento radioativo.

Observe o exemplo a seguir para o Urânio ( $^{238}_{92}\text{U}$ ):



Veja que os átomos de urânio, ao emitirem uma partícula alfa do seu núcleo, sofrem decaimento radioativo e são transformados em átomos de tório (Th) e, esse tório possui 4 unidades de massa atômica a menos que o urânio e 2 unidades de número atômico a menos que o urânio.

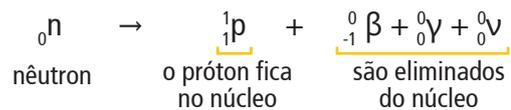
**Segunda Lei de Soddy:** a segunda lei se relaciona com emissões de partículas  $\beta$ . Quando um átomo emite partículas  $\beta^-$ , o seu número atômico (Z) aumenta em 1 unidade e o número de massa (A) permanece constante. Exemplo:



Já quando um átomo emite partículas  $\beta^+$ , o seu número atômico (Z) diminui em 1 unidade e o seu número de massa (A) permanece constante.

O físico italiano, Enrico Fermi, propôs a seguinte explicação para as partículas beta:

- A emissão de partículas beta se inicia com nêutrons instáveis presentes no núcleo de um átomo. O nêutron, quando se desintegra, se converte em um próton, que fica retido no núcleo, e as partículas  $\beta^-$  ( $^0_{-1}\beta$ ),  $\gamma$  ( $^0_0\gamma$ ) e neutrinos ( $^0_0\nu$ ) são emitidas para fora dele. Assim, o número atômico aumenta, mas o número de massa permanece constante.



- Ampliando o raciocínio, agora para prótons instáveis na região central do átomo, eles podem sofrer desintegração, retendo no núcleo um nêutron e emitindo partículas  $\beta^+$  ( $^0_{+1}\beta$ ),  $\gamma$  ( $^0_0\gamma$ ) e neutrino ( $^0_0\nu$ ). A partícula beta positiva emitida é chamada de pósitron.



## ANOTAÇÕES

---



---



---



---



---



---



- ✉ [contato@biologiatotal.com.br](mailto:contato@biologiatotal.com.br)
- f [/biologiajubilut](https://www.facebook.com/biologiajubilut)
- ▶ [Biologia Total com Prof. Jubilut](https://www.youtube.com/channel/UC...)
- 📷 [@biologiatotaloficial](https://www.instagram.com/biologiatotaloficial)
- 📷 [@paulojubilut](https://www.instagram.com/paulojubilut)
- 🐦 [@Prof\\_jubilut](https://twitter.com/Prof_jubilut)
- p [biologiajubilut](https://www.pinterest.com/biologiajubilut)
- 📍 [+biologiatotalbrjubilut](https://www.google.com/maps/place/biologiatotalbrjubilut)

**Biologia**  
PROF. PAULO JUBILUT *total*