

## Animação **Prótons e Nêutrons**

Estrutura Atômica

Química  
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Gabriel Neves

Tito Tortori

### Revisão

Alessandra Muylaert Archer

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Joana Felipe

### Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

### Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

### Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

---

### Animação (Software)

Tema: Prótons e Nêutrons

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Estrutura Atômica

Conceitos envolvidos: alquimistas, eletrosfera, estrutura atômica, força forte, modelo atômico, nêutrons, núcleo, partículas alfa, prótons, radiação gama, transmutação da matéria.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Reconhecer os experimentos envolvidos na história do descobrimento da existência de prótons e nêutrons.

### Objetivos específicos:

Reconhecer que os alquimistas buscavam a transmutação da matéria;

Identificar o modelo atômico de Rutherford como revolucionário por dividir o átomo em duas regiões distintas: núcleo e eletrosfera;

Relatar objetivamente o experimento que resultou na transmutação do nitrogênio e na descoberta dos prótons;

Definir partículas alfa;

Relatar objetivamente o experimento que resultou na transmutação do berílio e na descoberta dos nêutrons;

Citar a Força Nuclear Forte como a força que mantém prótons e nêutrons unidos.

### Pré-requisitos:

Modelos atômicos.

### Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

## Introdução

A sua experiência e o conhecimento do contexto no qual suas aulas se inserem irão determinar a melhor forma para a realização das atividades. Tenha em mente que o papel deste guia é tornar disponíveis mais recursos que possam contribuir para o desenvolvimento pedagógico de suas aulas. As informações oferecidas neste guia devem ser consideradas como sugestões que poderão se adequar às necessidades de seus alunos. Ao fazer seu planejamento, não se esqueça de verificar a disponibilidade dos computadores na data prevista para a aula. Também é importante observar os requisitos técnicos para a utilização do software:

- Sistema operacional Windows, Macintosh ou Linux.
- Um navegador Web (Browser) que possua os seguintes recursos:
  - Plug-in Adobe Flash Player 8 ou superior instalado;
  - Recurso de Javascript habilitado pelo navegador.

## Mais detalhes!

Saiba mais sobre as pretensões alquímicas de transmutação da matéria lendo o artigo *Alquimiando a Química*, de CHASSOT, Attico I. no nº 1 de maio de 1995, da Revista Química Nova na Escola. Disponível no link: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/historia.pdf>

## 1. Apresentação do Tema

Do que é feita a matéria? Em torno de 550 a.C. os antigos gregos começaram a buscar respostas para essa pergunta. Desde então o homem traçou uma longa rota rumo à solução deste mistério, buscando o conhecimento sobre a composição das coisas, em uma jornada que resultou na ciência como a conhecemos hoje. No início do século XX, a química e a física já afirmavam a existência, nos átomos, de pequenas partículas como prótons, nêutrons e elétrons presentes em tudo o que existe.

Mas, devemos sempre lembrar que o pilar fundamental da ciência é sua eterna busca por novas perguntas, a partir das respostas que se têm. Assim, a ciência está sob constante revisão, nunca acomodada em uma “zona de conforto”. Dessa forma, passou-se a levantar muitas questões sobre o núcleo atômico, assim como sobre sua eletrosfera. O que os mantêm próximos? Do que é feito o núcleo? Por que os elétrons não colidem com o núcleo?

Essa animação pode ser um importante recurso didático para motivar os alunos a se interessarem por esse tema que, em geral, parece distante do nosso cotidiano. O uso da história da ciência é uma importante ferramenta de contextualização para que os conceitos abordados não fiquem vagos para os alunos. Boa atividade e boa aula!

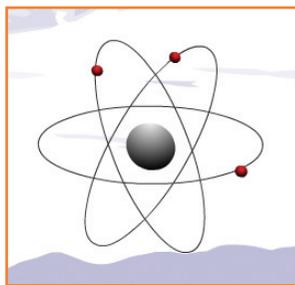
## 2. Atividades – Na Sala de Computadores

### INDO AO NÚCLEO DA QUESTÃO!

Lembre aos alunos que, desde a Grécia antiga, o homem já tentava explicar a natureza da matéria. Discuta que a **transmutação da matéria** era um dos objetivos dos **alquimistas**. Informe aos alunos que apesar de os alquimistas não serem químicos, manipulavam diversos tipos de materiais e substâncias, tentando transformá-las em outras substâncias mais nobres. Explique que um dos objetivos dos alquimistas era transmutar metais vis ou comuns (como o ferro e o chumbo) em metais nobres (cobre, prata e ouro).

Pergunte aos alunos se eles acham possível realizar o sonho dos alquimistas com as tecnologias que dispomos atualmente. Lembre-se que essa pergunta visa estimular a curiosidade de sua turma e incentivá-los a mergulhar no aprendizado proposto nesta lição.

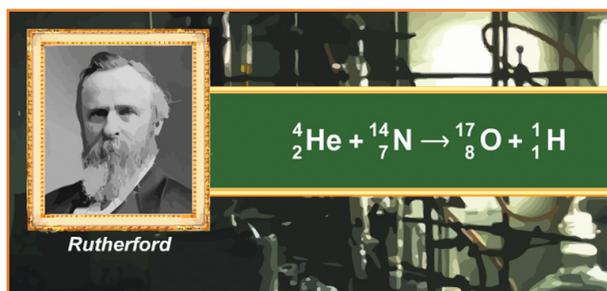
Destaque a imagem da primeira tela da animação, lembrando aos alunos que este modelo atômico foi proposto por Rutherford a partir de experimentos em que ele “bombardeou” uma folha de ouro com radiação alfa. Lembre aos alunos que, a partir dessa experiência clássica, Rutherford reformulou o **modelo atômico** vigente na época e propôs o modelo da imagem. O conceito de que o átomo estava dividido em duas regiões – **núcleo** e **eletrosfera** – foi proposto por ele.



No início do século XX, um homem conseguiu realizar, finalmente, o fenômeno da transmutação, mas não como os alquimistas desejavam. Explique aos alunos que, embora não tenha sido transformando ferro em ouro, **Ernest Rutherford**, em 1911, conseguiu transformar átomos de nitrogênio em átomos de oxigênio. Esse experimento entraria para a história da ciência e deixaria seu autor famoso não só pela descoberta dos prótons, como por conduzir a ciência na direção da descoberta dos **nêutrons** – ambas as partículas que compõem o núcleo do átomo.

Em seu laboratório, Rutherford planejou um experimento no qual lançaria **partículas  $\alpha$**  (uma partícula radioativa composta de 2 prótons e 2 nêutrons, semelhante a um núcleo de hélio) em uma amostra de gás nitrogênio. Um dos resultados desse bombardeamento foi que, ao final da experiência, uma parte do gás nitrogênio havia se transformado em gás oxigênio e prótons durante o processo.

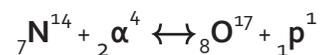
Destaque a imagem da tela 02/03 e explique que a equação mostra a transmutação do nitrogênio em oxigênio.



## Dica:

Proponha que os alunos assistam ao vídeo *Estrutura Atômica* da série *Aí tem Química*, do projeto Condigital, disponível no Canal CCEAD PUC-Rio do Youtube: <http://www.gfgyoutube.com/user/cceadpucRio?blend=1&ob=5#p/search/1/lfUurJO5zVs>

Discuta com os alunos que esse processo pode, ainda, ser representado pela equação a seguir:

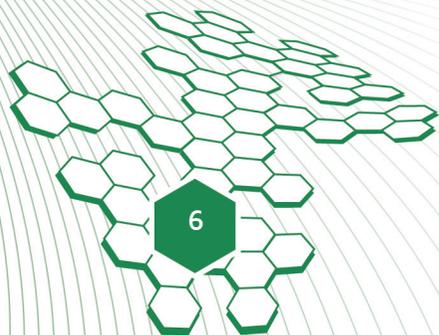


Explique que o número que aparece abaixo do símbolo corresponde ao número atômico, e que o valor indicado na parte alta do símbolo é o seu número de massa. Indique que o bombardeamento do gás nitrogênio foi feito por partículas  $\alpha$  (semelhante ao núcleo do elemento hélio) e uma parte da massa dessas partículas acabava sendo incorporada ao seu núcleo, modificando o seu número atômico de sete (7) para oito (8), originando, assim, o gás oxigênio.

Aponte, ainda, que o aparecimento do próton (núcleo do hidrogênio) nos resultados do experimento levou Rutherford a acreditar que o próton teria vindo do próprio nitrogênio. Isso conduziu à hipótese de que o núcleo do hidrogênio corresponderia a uma partícula elementar, presente no núcleo de todos os elementos. Rutherford nomeou essa partícula elementar de **próton**, do grego "prótos", que significa "primeiro".

Outro experimento realizado por Rutherford que evidenciou a existência do próton, foi o bombardeamento de uma lâmina de ouro por partículas  $\alpha$ . A partir de uma fonte de emissões de partículas  $\alpha$  (uma barra de polônio), a lâmina de ouro recebeu a radiação de forma constante. Alguns dos raios radioativos sofreram uma mudança em suas trajetórias, enquanto um número menor ainda de raios foi totalmente bloqueado. Isso apontava para o fato de que o átomo é cheio de espaços vazios, e tem sua massa quase total presente em uma região central, denominada por Rutherford de núcleo. Mas, o núcleo deveria possuir, ainda, uma partícula fundamental de carga positiva, que explicaria o porquê da mudança de trajetória ou mesmo o bloqueio das partículas  $\alpha$  (carga positiva repele carga positiva).

Com a comprovação de que um átomo pode ser transformado em outro através do uso de partículas  $\alpha$ , muitos cientistas começaram a repetir o experimento, porém usando outras substâncias. Em todos os casos, a emissão de próton (núcleo do átomo de hidrogênio) aparecia. O próton veio, então, ganhando espaço no meio científico e acabou sendo aceito como o elemento de carga positiva que contrabalança as cargas negativas dos elétrons. A descoberta dessa partícula positiva explicou, ainda, por que os átomos seriam neutros apesar da existência dos elétrons (partículas de carga negativa).



## QUE A FORÇA FORTE ESTEJA COM VOCÊ

Duas questões importantíssimas haviam surgido:

- Embora os prótons explicassem a carga dos átomos, não eram suficientes para explicar a massa. De onde viria a massa restante?
- Se os prótons são partículas com carga positiva, como é que conseguem manter-se tão próximos? Pela lei de Coulomb, deveriam repelir-se com uma altíssima força!

**Rutherford** havia suspeitado da existência de outra partícula no núcleo que complementaria a massa atômica do átomo e ao mesmo tempo uniria os prótons a despeito de sua carga positiva. Porém, a responsabilidade desta comprovação coube a **James Chadwick**, aluno de Rutherford.

Antes de falar sobre a descoberta do nêutron, é interessante que você explique à sua turma o que é, o que faz e qual a sua importância como partícula subatômica do núcleo. Lembre aos alunos que, ao falarmos do núcleo atômico, deve ficar claro que existe uma força que mantém suas partículas subatômicas unidas. Siga explicando que qualquer tipo de força que exista está englobada em uma destas quatro categorias:

**Gravidade:** A que possui o mais baixo poder de atração dentre as forças fundamentais, porém é a com maior alcance. A gravidade é a força que mantém galáxias unidas ou buracos negros, por exemplo. Para atuar depende apenas da massa dos objetos.

**Eletromagnetismo:** Força fundamental, que possui longo alcance e é significativamente forte. Atua entre partículas carregadas e está presente em muitos fenômenos do cotidiano como televisões, lasers e – importante para esta aula –, a própria estrutura atômica.

**Força fraca:** Força que atua no nível do núcleo atômico, influenciando os fenômenos de radiação como decaimento  $\alpha$  e  $\beta$ .

**Força forte:** É a que possui a maior força de atração dentre as forças fundamentais. Prótons e nêutrons são mantidos unidos através da força forte. Isso é importante para evitar a ruptura do núcleo devido à força eletromagnética dos elétrons. Por curiosidade, cite que a força forte é 100 vezes mais forte que a força eletromagnética, 100.000 vezes mais forte que a força fraca e  $10^{39}$  vezes mais forte que a gravidade. Porém, apesar de tanto poder de atração, seu alcance é extremamente curto.



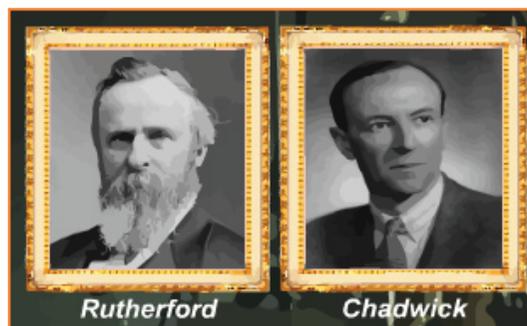
## Dica!

A descoberta do nêutron por Chadwick teve uma história que se assemelha bastante a tantas outras histórias dentro da ciência. Descubra os detalhes sobre a descoberta do nêutron no artigo de PEIXOTO, Eduardo. *Berílio*, Revista Química Nova na Escola, nº3, 1996. Disponível em <http://www.searadaciencia.ufc.br/donafifi/neutron/neutron1.htm> e <http://www.searadaciencia.ufc.br/donafifi/neutron/neutron4.htm>.

Os prótons, devido às suas cargas positivas, não conseguiriam ficar unidos sem a presença dos nêutrons, pois tenderiam a se repelir. Os nêutrons, por não possuírem carga elétrica, aumentam o poder da força forte dentro do núcleo, estabilizando os prótons. Quanto mais prótons, mais nêutrons são necessários para manter o núcleo estável. A força forte é necessária para evitar que a força eletromagnética retire os prótons do núcleo, assim sendo, o núcleo de um átomo está sempre em um balanço de forças.

### ONDE ESTÁ O NÊUTRON?

Lembre aos alunos que a descoberta do **nêutron** ocorreu em 1932, através de um experimento realizado por **James Chadwick**. Nesse experimento, Chadwick bombardeou uma amostra de Berílio (Be), com partículas  $\alpha$  provenientes de uma barra de polônio. Além disso, pôs um pedaço de parafina logo atrás do berílio de forma que as partículas retiradas da substância acabassem expulsando os prótons no núcleo da parafina.

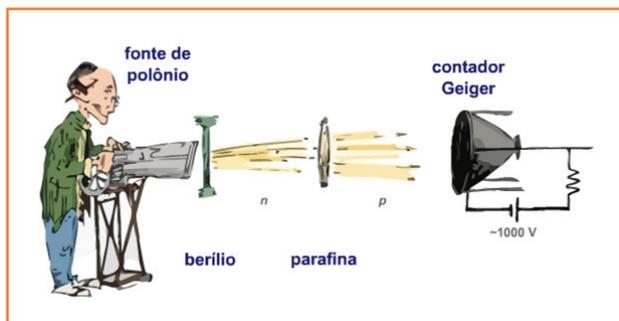


Indique que o choque frontal entre os nêutrons e os prótons fez com que fossem avançados da parafina. Chadwick conseguiu medir o peso da massa atômica dos nêutrons, descobrindo que se tratava de um valor muito próximo ao dos prótons.

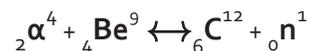
Informe aos alunos que os núcleos atômicos do berílio foram desintegrados, produzindo, nesse processo, partículas sem carga denominadas de nêutrons. Inicialmente, essas partículas foram, por um momento, confundidas como **radiação gama** ( $\gamma$ ). O nêutron produzido após o bombardeio do berílio era a comprovação da existência da partícula subatômica prevista por Rutherford.

Dessa forma, a suspeita de Rutherford havia sido finalmente confirmada, e James Chadwick viria a ganhar o **Prêmio Nobel de Química** por essa descoberta, e a ciência caminharia rumo a novas questões.

Destaque a imagem da tela 03/03, que mostra uma representação artística do experimento de James Chadwick.



Indique para os alunos que essa transmutação pode ser representada como a seguir:



Explique que a transmutação do berílio produz, além dos nêutrons (n), átomos de carbono.

## Dica!

O berílio foi a substância utilizada na descoberta do nêutron. Saiba mais sobre esse elemento no artigo de PEIXOTO, Eduardo. *Berílio*, Revista Química Nova na Escola, nº3, 1996. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/elemento.pdf>.

## 3. Atividades Complementares

- A descoberta dos **prótons e nêutrons** é associada geralmente a **Rutherford e Chadwick**, respectivamente. Mas, na ciência, embora haja a nomeação de um descobridor, as descobertas são o resultado do esforço de **muitos cientistas ao longo do tempo**. Assim, proponha uma pesquisa a ser realizada em grupo sobre a **história dessas descobertas** e a **produção de uma linha do tempo**.
- Proponha que os alunos, em grupos, **produzam modelos atômicos** representando os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Agende um dia para a apresentação dos modelos e discussão.
- Sugira que os alunos **criem um blog** com informações sobre a radioatividade, contendo explicações e definições sobre as partículas alfa, beta e gama e sua consequência para a saúde. Ofereça a apostila educativa *Radioatividade*, da Comissão Nacional de Energia Nuclear, disponível em: <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>. O blog pode ser criado em algum site gratuito como o [www.blogspot.com/](http://www.blogspot.com/) ou <http://www.webnode.com.br/>



## 4. Avaliação

É importante lembrar que quando falamos de avaliação não estamos nos referindo apenas a relacionar instrumentos e definir notas para atividades. A avaliação é **parte integrante do processo de ensino-aprendizagem**. Utilize os elementos abordados no vídeo para **avaliar os conteúdos-chaves** desse tema. Um debate com os alunos sobre o vídeo poderá indicar se esse ou aquele conteúdo precisa ser melhor abordado ou revisado. Um dos objetivos da avaliação é **verificar o alcance das informações** apresentadas e quais os conhecimentos adquiridos.

Pense na avaliação não simplesmente como meio de aprovação, mas também como **forma de aperfeiçoamento e desenvolvimento** do aluno.

## ANIMAÇÃO - SOFTWARE

### EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

### CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gabriel Neves

Design

Amanda Cidreira

Joana Fellipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson