

## Programa **É Tempo de Química!**

Radioatividade e  
Energia Nuclear

Estrutura Atômica

Química  
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Gislaine Garcia

Tito Tortori

### Revisão

Alessandra Muylaert Archer

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Isabela La Croix

### 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

---

### Vídeo (Audiovisual)

Programa: É Tempo de Química!

Episódio: Radioatividade e Energia Nuclear

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: estrutura atômica

Conceitos envolvidos: elétrons, eletrosfera, energia nuclear, fissão nuclear, força forte, força elétrica, fissão nuclear, modelo atômico, nêutrons, núcleo, prótons, radioatividade, radioterapia, radioisótopos.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Discutir aspectos fundamentais sobre a estrutura atômica e a radioatividade.

### Objetivos específicos:

Reconhecer a estrutura do átomo;

Descrever a estrutura básica de um átomo contendo o núcleo (com prótons e nêutrons) e eletrosfera (nuvem de elétrons);

Reconhecer a importância do modelo atômico de Rutherford;

Reconhecer os pontos positivos e negativos da energia nuclear;

Diferenciar força forte de força elétrica;

Definir fissão nuclear;

Associar a radioatividade com os elementos químicos cujos núcleos possuem grande raio e grande massa.

### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

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

## Introdução

Este guia contém indicações e sugestões sobre o conteúdo apresentado e explorado no episódio *Radioatividade e Energia Nuclear* – parte integrante do programa *É Tempo de Química!*, destinado à 1ª série do Ensino Médio –, cujo tema é estrutura atômica.

O guia foi especialmente elaborado para ser um elemento enriquecedor no planejamento da aula, visando, assim, contribuir para incentivar o interesse dos alunos pelos temas estudados em química. Mas, você tem liberdade no modo de apresentação do conteúdo aos alunos, fazendo com que seja reproduzido da maneira que for mais útil.

Não limite o uso das mídias a apenas uma rápida exibição: deixe que seus alunos indiquem o que desejem assistir novamente e não tenha receio de repetir algumas vezes determinadas partes.

Para a apresentação do vídeo será necessário um computador ou um equipamento específico para reprodução de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia.

Confirme com antecedência a disponibilidade dos equipamentos para o horário de sua aula, mas é importante que você preveja alguma atividade extra para não se surpreender, caso algo inusitado ocorra com os aparelhos de mídia. Dessa forma, será possível dar continuidade à aula sem comprometer o andamento do cronograma.

### professor!

Propicie um ambiente descontraído para que seus alunos possam interagir sem qualquer tipo de constrangimento. Lembre-se do seu papel de facilitador da aprendizagem!



## Desenvolvimento

Utilize o episódio da melhor forma possível, aproveitando sempre as dúvidas apresentadas pelos alunos. Tente proporcionar um ambiente favorável aos questionamentos da turma. Faça uma breve introdução sobre o tema antes da apresentação do vídeo e reforce que o conhecimento sobre química será mais útil quando aplicado ao cotidiano. Esse, aliás, é o principal foco deste projeto.

É importante destacar que, embora este guia traga sugestões, informações e atividades a fim de contribuir com o seu trabalho, não é necessário explorar todo o material. Você deve se concentrar aos conteúdos que considerar mais relevantes.

Professor, os conteúdos de química tendem a ser bastante abstratos para os alunos, tanto em relação a sua pequena inserção em nosso cotidiano, quanto em relação à dificuldade de visualizar átomos e partículas subatômicas.

### MODELO ATÔMICO

*Um núcleo de um átomo qualquer é constituído basicamente por prótons e nêutrons. E, dentro do núcleo, existem dois tipos de interação que se equilibram: a nuclear e a elétrica.*

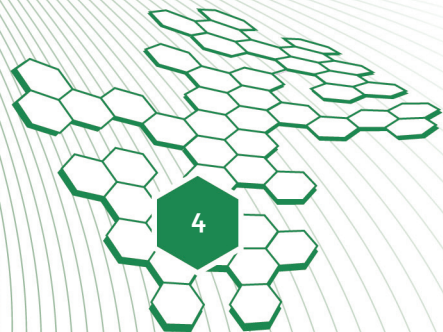
Juca Amaral | Apresentador

Professor, você poderá fazer uma provocação inicial, perguntando se os alunos conseguem lembrar dos diversos tipos de modelos que existem. Provavelmente, serão lembrados os modelos fotográficos, de passarela e de campanhas publicitárias. Explique que os **modelos** são definidos por 19 verbetes no dicionário Aurélio.

Aponte que a função desses modelos envolve a personificação de diversos objetos, envolvendo situações associadas com imitação, reprodução, cópia, etc. Lembre também que o modelismo é uma forma de *hobby*, que reúne os aeromodelistas, ferromodelistas, nautimodelismo, automodelismo, plastimodelistas, a produção de maquetes, etc.

Quando pensamos que um modelo representa alguma coisa, não devemos esperar que seja exatamente idêntico à coisa representada.

Baseado nessa perspectiva, pergunte aos alunos o que lhes vêm à cabeça quando pensam em átomos. Qual o **modelo atômico** eles têm em mente? Lembre que a origem etimológica da palavra átomo vem do grego e significa indivisível.



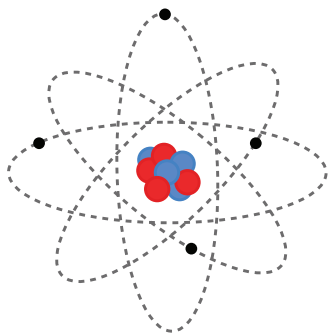
Em seguida, informe que os modelos atômicos foram evoluindo ao longo do tempo, tornando-os cada vez mais complexos. Cientistas como **Dalton** e **Thomson** sugeriram alguns modelos atômicos, mas o mais estudado foi sugerido por **Ernest Rutherford**, em 1911.

*...a gente pode dizer que um átomo é como se fosse um sistema solar em miniatura?*

**Maria** | Participante

Durante um longo período, os cientistas debateram sobre qual seria o melhor modelo para representar as informações obtidas das estruturas íntimas da matéria. Um dos modelos atômicos mais utilizados ao longo do século XX foi o proposto por Rutherford, conhecido como “sistema solar”.

Lembre aos alunos que no **modelo de Rutherford**, o núcleo teria carga positiva, sendo cercado de uma “**nuvem eletrônica**”, de carga negativa. É possível propor uma analogia para os alunos, comparando o movimento contínuo dos elétrons ao redor do núcleo com as órbitas planetárias no sistema solar.



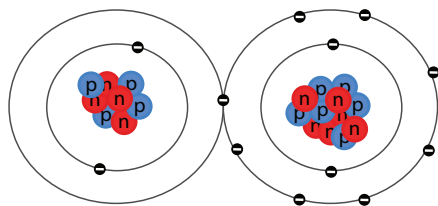
Pense em usar um esquema semelhante a este para mostrar a forma como Rutherford idealizou o átomo. Lembre que, sendo um modelo, não significa que deva ser tomado como a forma real dos átomos, mas precisa ser entendido como uma ferramenta científica.

Esse modelo, na época, foi revolucionário. A massa do átomo se concentrava em uma região central, denominada **núcleo**, constituído de prótons e nêutrons. Rutherford previu corretamente que os elétrons orbitavam o núcleo em uma região que foi denominada **eletrosfera**.

## professor!

Para detalhar a experiência de Rutherford sobre o modelo atômico para os alunos, acesse: [http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2001/modeloatomico/modelo\\_de\\_rutherford.html](http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2001/modeloatomico/modelo_de_rutherford.html)

Destaque a figura a seguir, que mostra dois átomos representados conforme o **modelo de Bohr**:



Partindo do modelo de Rutherford, Bohr realizou testes e propôs que os elétrons orbitavam o núcleo em diferentes camadas. Esse modelo ficou conhecido, então, como **modelo Rutherford- Bohr**.

Lembre aos alunos que as camadas mais internas são menos energéticas, enquanto as mais externas contêm elétrons com mais energia. Explique que as linhas são, na verdade, representações gráficas da órbita dos **elétrons** (bolinhas pretas). Aponte que a região central, formada por **prótons** (bolinhas azuis) e **nêutrons** (bolinhas vermelhas), é o núcleo do átomo.

## ENERGIA NUCLEAR

*O nosso desafio é especificamente sobre um tipo de energia, a energia nuclear.*

Douglas | Participante

*Você sabia que na cidade de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro, estão sediadas as usinas do Programa Nuclear Brasileiro?*

Juca | Apresentador



O Brasil, a partir dos anos 60, fez uma parceria com a França e construiu seu primeiro reator nuclear. Porém, apenas após o ano de 1971 o projeto tornou-se viável, com a parceria da Westinghouse, contratada pela Eletro-nuclear para realizar os serviços.

Comente com os alunos que, nas décadas seguintes, o projeto foi concretizado e ampliado, com a inauguração da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, em Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Esse nome foi uma homenagem ao pesquisador pioneiro da tecnologia nuclear do Brasil. O almirante não chegou a ver a usina em funcionamento, pois faleceu antes, mas sua obra persiste até hoje e faz do Brasil o país com as usinas nucleares mais eficientes do planeta.

Destaque as imagens a seguir, lembrando que a principal função de uma usina nuclear é a produção de energia elétrica.



A inauguração da segunda usina, Angra 2, fruto de um acordo Brasil – Alemanha, foi também importante, pois através da tecnologia alemã, o Brasil passou de importador para exportador de energia elétrica.

## FORÇA FORTE

*A força que mantém os prótons unidos no núcleo é a chamada força nuclear.*

### Físico | Entrevistado

Como já vimos, o núcleo dos átomos é composto, além de nêutrons, por prótons. Porém, o que os mantém unidos ao núcleo dos átomos é a **força nuclear**. Essa, se comparada à **força elétrica**, é bem mais intensa e de curtíssimo alcance. Para explicar a existência do núcleo atômico, que mantém os prótons (carga positiva) e os nêutrons (não possuem carga) unidos, foi necessário imaginar um novo tipo de força: a força nuclear. A ideia é que, entre as duas partículas nucleares, existe uma força muito intensa, mais do que a força gravitacional e a elétrica.

### dica!

Saiba mais sobre as Usinas Nucleares de Angra dos Reis no site: <http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php>.

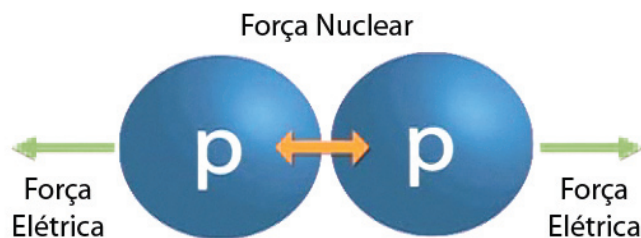
### dica!

Saiba mais sobre a instabilidade do núcleo no site: <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/nuclear/introducao.html>

### mais detalhes!

Saiba mais informações sobre radioatividade e tipos de radiação no site: <http://www.bio-dieselbr.com/energia/nuclear/radiacao-radioatividade.htm>

Destaque a imagem a seguir, que mostra a ação da força forte, indicando que, enquanto essa força tende a manter juntos os prótons, a força elétrica tende a repeli-las.



Os elementos químicos que possuem um número atômico mais alto (muitos prótons) têm uma massa atômica maior e, consequentemente, tendem também a ter o raio do núcleo maior. Se o tamanho do núcleo aumenta, a força nuclear forte diminui, tornando-o mais instável.

Explique que os núcleos mais pesados, por serem maiores, podem ser instáveis e, portanto, radioativos. Por exemplo, os núcleos do elemento urânio (U) sofrem decaimento radioativo por causa desta instabilidade. Nesse sentido, os elementos naturalmente mais radioativos emitem três tipos de radiação: alfa, beta e gama. As duas primeiras são corpusculares (constituídas por partículas elementares ou prótons, nêutrons e elétrons) e a última, eletromagnética.

## RADIOATIVIDADE – FISSÃO NUCLEAR

*E na prática, como podemos usar essa energia?*

Rita | Participante

*E qual é a forma mais comum de se conseguir essa energia?*

Físico | Entrevistado

A energia nuclear pode ser usada de diversas maneiras, tanto para o benefício do homem quanto para fins destrutivos. Peça para os alunos pesquisarem exemplos do uso dessa energia e listarem suas possíveis consequências.

Informe aos alunos que as usinas nucleares obtêm essa energia através de um processo denominado **fissão nuclear**.



Esta pode ser espontânea ou provocada, e consiste na fragmentação do núcleo atômico, que se divide em partes. A energia é liberada naturalmente através do fenômeno da radioatividade, mas, artificialmente, é possível controlar o processo de fissão, de forma que ocorra a liberação de uma grande quantidade de energia.

Explique que apesar dos benefícios da energia nuclear, o **processo de fissão do urânio** – seja para uso em bombas ou nas usinas – é a aplicação mais conhecida da energia nuclear, utilizada no mundo inteiro, em especial nos países como França, Japão, Suécia, Alemanha, Estados Unidos, China, Rússia, Coreia, Paquistão e Índia.

No mapa a seguir os símbolos brancos representam a fissão nos países selecionados, tornando mais clara a visualização da dominação deste processo:



Explique que a bomba atômica é um exemplo destrutivo do uso de energia nuclear e que essa mesma energia pode ser aproveitada, de modo positivo, em reatores nucleares, na medicina, na indústria e na agricultura. Portanto, apesar de oferecer sérios riscos, a energia nuclear pode trazer vantagens, se for utilizada adequadamente. Por gerar bastante energia e ocupar pouco espaço, pode ser usada perto de grandes centros e diminuir o custo na transmissão.

*Mas, ela não polui o meio ambiente?*

Rita | Participante

## mais detalhes!

Saiba mais sobre as aplicações da energia nuclear lendo a apostila disponibilizada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear em: <http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>

Esclareça para os alunos que a **radioatividade** natural é um processo pelo qual os átomos evoluem para níveis mais estáveis e que isso pode envolver transmutação de elementos químicos e liberação de energia. Desde a sua descoberta, a radioatividade vem sendo associada ao aumento do câncer em pessoas que foram expostas a ela de alguma forma. Entretanto, pergunte aos alunos se eles já ouviram falar de **radioterapia**. Informe a eles que muitos doentes têm se beneficiado pelo uso dos **radioisótopos** em um campo novo da medicina denominado medicina nuclear. Elementos radioativos, como o iodo  $^{131}$ , têm sido usados na **cintilografia** (mapeamento) e diagnóstico por imagens, permitindo a identificação de tumores e de problemas nos órgãos. Além disso, a radioterapia, através do uso de uma bomba de cobalto pode ser usada na irradiação de células cancerígenas.

Vale lembrar aos estudantes alguns casos de contaminação em massa através da radioatividade, como a explosão do reator nuclear na Rússia, Tchernobyl, e a abertura da cápsula do Césio  $^{137}$ , em Goiânia. Porém, atualmente, o controle sobre o material radioativo já está mais acentuado e a energia nuclear não tem causado tantos estragos como no passado. O uso da energia nuclear é regulamentado desde 1977 pela Comissão Internacional de Radioproteção (ICRP), uma instituição científica independente que atua no controle do uso dessa energia.

*Existem outros elementos que servem para essa finalidade?*

Rita | Participante

Por enquanto, os reatores com elementos combustíveis à base de **tório** ainda estão sendo testados e usados apenas como reatores experimentais, porém, existem baterias nucleares movidas a radioisótopos, usadas por pessoas dependentes de aparelhos marca-passos, por exemplo, que não podem trocar a bateria com certa frequência.

## 2. Atividades

- a) Peça aos alunos para **fazerem** uma pesquisa sobre as diferentes aplicações da radioatividade, tanto em processos de tratamento do corpo humano quanto no uso para produção de bombas nucleares. Vale lembrar que a radioatividade não atua somente na destruição das células comprometidas com tumores, mas também é muito utilizada em outras áreas dentro e fora da medicina. Portanto, **ênfatize** que a pesquisa deve ser direcionada em discutir sobre contaminação e irradiação.
- b) Proponha aos alunos que **assistam** a filmes como “Os Senhores do Holocausto” e “O Início do Fim”, que contam a história da construção das bombas atômicas durante a Segunda Guerra Mundial e a utilização de detonadores. Peça aos alunos que **façam** uma reflexão por escrito e em dupla sobre temas como:

- Os efeitos da radiação nos seres humanos;
  - Doses máximas estabelecidas;
  - Processos de fusão e fissão nuclear;
  - Perigos das armas nucleares.
- c) Peça aos alunos que se dividam em grupos de no máximo cinco alunos e que **elaborem** modelos da estrutura atômica de elementos radioativos, utilizando os recursos gráficos que acharem necessário.
- d) Proponha aos alunos que **organizem** um julgamento simulado sobre a radioatividade ou a energia nuclear. Divida a turma e **defina** entre os alunos os papéis de juiz, advogados de acusação, advogados de defesa, testemunhas (um físico, um defensor do meio ambiente, um industrial que necessita de eletricidade, um consumidor de energia elétrica, etc.) e jurados. Sugira que cada um dos atores se prepare com antecedência para que a qualidade do debate possa contribuir para o grupo refletir sobre os aspectos positivos e negativos da energia nuclear, da tecnologia envolvida, das medidas de segurança e do destino dos resíduos radioativos e seu impacto no meio ambiente. **Formule** questões para embasar a decisão dos jurados e encerre com uma votação simbólica entre os jurados, após permitir que eles se **reúnam** secretamente para decidir o voto.

### 3. Avaliação

Uma das formas de avaliar o processo de construção do conhecimento é começar a apresentação com a definição dos objetivos propostos. Isso já é um bom começo para um **processo de avaliação** eficiente.

A participação dos alunos em sala é um sinal para a percepção se houve uma boa aquisição do conteúdo. Do mesmo modo, a contextualização do tema através de exemplos do cotidiano, com uma linguagem simples e dinâmica, é eficiente nesse processo de construção. Nesse sentido, é importante que os alunos tenham um posicionamento em relação à energia nuclear e aos efeitos destrutivos e benéficos da radiação.

Dessa maneira, o professor irá **avaliar o seu próprio trabalho**, verificando o resultado das avaliações propostas e também, pela participação dos alunos, **se há necessidade de rerepresentar o tema ou não**.



## VÍDEO - AUDIOVISUAL

### EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Letícia R. Teixeira

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

Moisés André Nisenbaum

## CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

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

Gisele da Silva Moura

Gislaine Garcia

Tito Tortori

Design

Eduardo Dantas

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Gislaine Garcia