

## Animação **Lixo Radioativo e Segurança**

Energia nuclear e impacto ambiental

Química  
3ª Série | Ensino Médio

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Alessandra Archer

### Revisão

Camila Welikson

### 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

---

### Animação (Software)

Tema: Lixo Radioativo e Segurança

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Energia nuclear e impacto ambiental

Conceitos envolvidos: combustível nuclear, energia nuclear, isótopos, lixo radioativo e radioatividade.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Compreender os sistemas de segurança de um reator nuclear e os riscos envolvidos na operação de uma usina nuclear.

### Objetivos específicos:

Identificar que as usinas nucleares oferecem riscos à saúde e riscos ambientais devido à natureza do combustível usado (radioativo);

Criticar a visão simplista e negativista do senso comum em relação à radioatividade;

Diferenciar bombas nucleares de usinas nucleares;

Caracterizar as usinas nucleares como termoelétricas que usam combustível radioativo para aquecer a água que, por sua vez, movimentam as turbinas, produzindo eletricidade;

Citar as barreiras de segurança de uma usina nuclear.

### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

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

## Introdução

Professor, este guia tem o objetivo de oferecer elementos que possam contribuir para o seu planejamento pedagógico. As informações contidas aqui devem ser vistas como sugestões para enriquecer as suas aulas, adequando-se às necessidades de seus alunos. A sua experiência é fundamental e o conhecimento do contexto no qual as aulas se inserem irão determinar a melhor forma para a realização das atividades. Ao fazer o seu planejamento, lembre-se 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.

**dica!**

Fique atento à navegação. Algumas telas são divididas em etapas e é preciso tomar cuidado para não pular nenhuma. Nesta simulação, é preciso clicar o mouse nas opções “clique para prosseguir”. Mostre aos seus alunos como fazer para que eles não percam nenhuma informação importante.

## 1. Apresentação do Tema

Use estratégias para ganhar a atenção dos alunos quando abordar novos temas. Faça isso apresentando exemplos que se encaixem no cotidiano deles. O assunto deste software é *Lixo Radioativo e Segurança*.

## 2. Atividades – Na sala de computadores

Antes de abordar especificamente o tema desta animação, faça uma revisão a respeito da energia nuclear, lembrando que provém da fissão nuclear de elementos altamente radioativos como o urânio, plutônio ou o tório, ou da fusão nuclear do hidrogênio. Relembre que 16% da energia elétrica produzida no mundo são de origem nuclear. Mencione para os alunos, também, outras utilizações da energia nuclear, como, por exemplo, a medicina nuclear.

Antes de pedir que seus alunos naveguem pelo software, estude-o com atenção e pense nas diversas formas de explorá-lo.

Como o tema deste software trata de segurança, é importante abordar os acidentes já ocorridos nas usinas nucleares. O primeiro ocorreu na central nuclear *Three Mile Island*, nos Estados Unidos, em 1979. Mesmo não tendo consequências radiológicas graves, esse acidente provocou uma mudança nos países ocidentais com relação a medidas de segurança para o funcionamento de usinas nucleares. O segundo acidente, entretanto, em *Chernobyl*, na Ucrânia, em 1986, lançou na atmosfera uma quantidade absurda de material radioativo, contaminando pessoas, animais e o meio ambiente. Explique que após o acidente em *Chernobyl* a desconfiança com relação às usinas nucleares aumentou, especialmente nos tempos atuais em que questões ligadas à energia vêm sendo amplamente debatidas, inclusive com a defesa da energia nuclear por ecologistas, por não gerar gases do efeito estufa.

## A ENERGIA NUCLEAR

Peça que seus alunos citem palavras que estejam associadas à energia nuclear. Anote-as no quadro de giz. Depois, discuta com os alunos sobre os conhecimentos prévios que eles têm sobre o tema. É provável que eles façam apenas associações negativas em relação à **energia nuclear** e **radioatividade**. Explique que a radioatividade é normalmente encontrada em todos os ambientes e lugares, mas em dosagem muito baixa.

Explique que, apesar dos riscos envolvidos na adoção de usinas nucleares, atualmente existem diversas aplicações benéficas da energia nuclear.

Atente para os alunos que a percepção que temos em relação aos reatores nucleares é a de que são “bombas” prestes a explodir. Explique que a confusão entre bombas nucleares e usinas nucleares é fruto do desconhecimento das pessoas leigas e da mídia.

Destaque a imagem da tela 01 lembrando que na explosão de uma bomba nuclear há uma conversão instantânea e descontrolada de matéria em energia.



Informe que nas usinas ou reatores nucleares as reações ocorrem de forma controlada, ao contrário das bombas atômicas. Explique que uma usina nuclear se assemelha a uma termoeletrica que gera energia elétrica a partir do aquecimento de água por algum tipo de combustível. Usinas nucleares usam combustível nuclear para aquecer a água e produzir gás sob pressão que irá movimentar as turbinas que vão gerar energia elétrica.

Explique que a construção das usinas adota algumas medidas, como o uso de câmaras de resfriamento herméticas, para garantir um risco mínimo de vazamento de material radioativo.

## mais detalhes!

Saiba mais sobre as aplicações e uso dos isótopos radioativos lendo a apostila educativa intitulada *Energia Nuclear* da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Disponível em <http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>.

## mais detalhes!

O artigo *A Radioatividade e a História do Tempo Presente*, de MERÇON, Fábio e QUADRAT, Samantha Viz, da Revista Química Nova na Escola, nº 19, maio de 2004, p. 27-30, disponível no link <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a08.pdf>, poderá ajudá-lo na elaboração do seu plano de aula. Consulte!

## REATORES NUCLEARES

Informe que as reações nucleares para obtenção de energia elétrica são controladas nos reatores. Esclareça para os alunos que uma **central nuclear** pode conter vários reatores e que todos precisam obedecer a medidas de segurança redundantes, independentes e fisicamente separadas, sempre com o objetivo de evitar vazamentos. Após essa introdução, discuta com a turma sobre o funcionamento dos reatores nucleares.

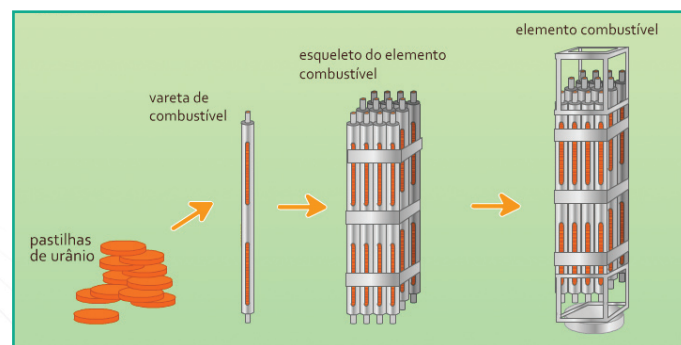
Explique para os alunos, de maneira simples, que um reator nuclear produz calor a partir do processo de divisão dos átomos, isto é, realiza uma reação nuclear. Esse processo é determinado de **Fissão Nuclear** porque há a fragmentação dos núcleos atômicos do material radioativo.

Indique aos alunos que a energia nuclear é a energia que mantém os prótons e nêutrons juntos no núcleo. Lembre que os prótons possuem carga positiva e que, por isso, eles tendem a se repelir. Logo, o material radioativo usado como **combustível nuclear** deve ter átomos com núcleos instáveis que sofrem processo de desintegração nuclear.

Informe que certos **isótopos** de alguns elementos – como o urânio no caso das usinas nucleares –, por serem instáveis, são capazes de se fragmentar, transformando-se em outros isótopos ou elementos e, nesse processo, um nêutron se converte em energia.

## BARREIRAS DE SEGURANÇA

Ressalte para os alunos que 95% das substâncias radioativas de uma usina nuclear são geradas durante o funcionamento do reator, no seu núcleo. Portanto, é absolutamente importante garantir que não haverá saída de **material radioativo** para o meio ambiente. A primeira barreira existente no reator são **varetas fechadas e montadas em feixes**, onde as pastilhas de urânio são colocadas (combustível nuclear).

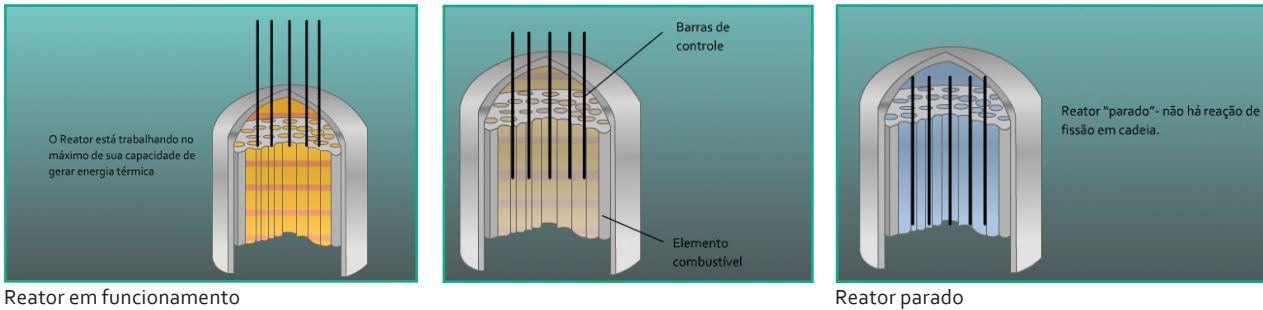


Destaque a tela da animação que mostra uma ilustração das varetas de combustíveis.

Além disso, dentro do feixe de varetas (ou elemento combustível) existem as **barras de controle**, feitas de material que absorve nêutrons – em geral de cádmio. Essas barras, que passam por tubos guia, servem para controlar o processo de fissão.

Chame a atenção dos alunos para a tela 03, que demonstra ser possível controlar as reações no interior do reator usando essas barras.

Destaque que o **reator** trabalha no máximo da sua capacidade se as barras ficam para fora dos elementos combustíveis e que o reator cessa de gerar calor se as barras ficam dentro da sua estrutura. Aponte o detalhe da animação que mostra o movimento das **barras de controle**.

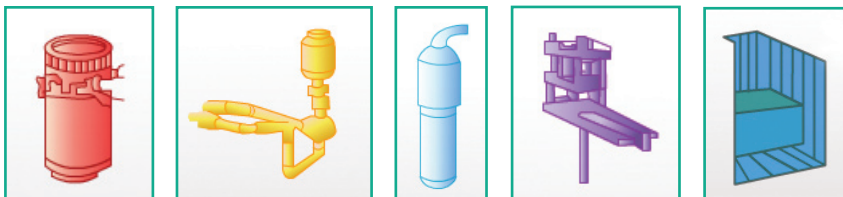


O **vaso de pressão do reator** é o segundo obstáculo que impede a saída de material radioativo. Explique que os elementos combustíveis são colocados dentro de um grande vaso de aço, cujas paredes servem para conter a água de refrigeração do núcleo do reator.

Todo esse sistema é instalado em uma grande carcaça de aço denominada **contenção** que atua como uma terceira barreira. Esse envoltório protege o circuito primário e o circuito secundário, evitando que os gases e a água do sistema de refrigeração possam ser liberados durante o processo de reação nuclear.

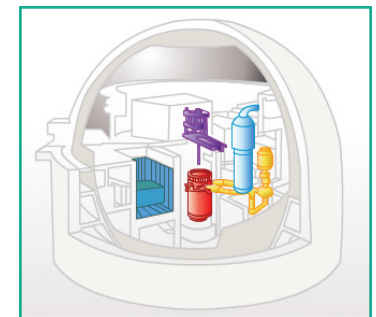
O **edifício do reator** completa a estrutura, sendo a quarta barreira física de segurança no caminho de um eventual vazamento de material radioativo. Essa estrutura de concreto protege o vaso de pressão contra impactos externos, como queda de aviões e explosões.

Destaque a tela 04 que mostra, em vermelho, o vaso de pressão, a contenção em cinza claro e externamente o edifício do reator. Informe aos alunos que as demais estruturas indicadas fazem parte do circuito primário ou secundário.



## mais detalhes!

O programa *Conversa Periódica*, produzido pela PUC-Rio como parte do projeto CONDIGITAL, apresenta um episódio sobre energia nuclear de forma atraente e interessante. Você pode encontrar esse vídeo no Canal do Youtube do CCEAD no link disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=M7qvBXJFxB8>.



**dica!**

Os alunos poderão conhecer mais sobre a radioatividade e os efeitos da contaminação lendo a apostila educativa intitulada *Radioatividade* da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Disponível em <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>.

**LIXO RADIOATIVO**

Explique para os alunos que o **lixo radioativo** é, na verdade, um dos maiores perigos referentes à produção da energia nuclear, pois esse resíduo permanecerá radioativo por milhares e milhares de anos. A questão é: como mantê-lo em condições seguras e invioláveis por tanto tempo?

Informe que **resíduos** são produzidos em todos os estágios de produção do ciclo combustível nuclear e que, por ser altamente radioativo, é retirado do reator e armazenado em piscinas de resfriamento no interior da própria usina.

**3. Atividades Complementares**

- a) Solicite aos alunos que **façam uma pesquisa** e em seguida **produzam uma redação** sobre a **questão do lixo radioativo**, explicando o que é, quais as medidas de segurança necessárias etc. A partir da pesquisa organize-os em grupos para escrever um **folhetim** com **informações básicas** sobre o tema.
- b) Leve para a sala **reportagens e textos** que abordam a **construção de novas usinas de energia nuclear**.
- c) Organize um **júri simulado** para avaliar os **prós e contras da adoção de usinas nucleares**.

**4. Avaliação**

As reações apresentadas pelos alunos em geral indicam se os objetivos da aula foram atingidos. De modo informal, proponha algumas questões para desafiar-los. Esses pontos devem ser elaborados em função do conteúdo que vem sendo estudado e do **avanço do grupo** em relação ao tema.

Lembre-se de que este também é um momento propício para você **avaliar o seu próprio trabalho**. Algumas formas de avaliação são: observação, perguntas abertas e fechadas, desenvolvimento de projetos, análise de estudo de casos, portfólio dos alunos e autoavaliação.

O desempenho dos alunos **durante a atividade** indicará se os objetivos da aula foram atingidos e se há necessidade ou não de revisar o que foi apresentado durante a aula.



## 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

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson