

Programa  
**Conversa Periódica**  
Energia Nuclear no Brasil

Energia Nuclear no Brasil

Química  
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

#### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

#### Redação

Alessandra Muylaert Archer

#### Revisão

Camila Welikson

#### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

#### Diagramação

Romulo Freitas

#### Revisão Técnica

Nadia 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: Conversa Periódica

Episódio: Energia Nuclear no Brasil

Duração: 13 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Energia Nuclear no Brasil

Conceitos envolvidos: energia nuclear, radioatividade, urânio, reator nuclear, lixo nuclear.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

---

#### Objetivo geral:

Estimular o interesse e o conhecimento de química por meio de recursos pedagógicos audiovisuais atraentes.

#### Objetivos específicos:

Reconhecer a importância da energia nuclear como fonte alternativa de geração de energia elétrica;  
- Identificar as vantagens e desvantagens da energia nuclear.

#### 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

O episódio *Energia Nuclear no Brasil*, do programa *Conversa Periódica*, destaca o funcionamento de uma usina nuclear por meio de explicações que instigam o aluno a pensar na química presente em tudo ao seu redor. O programa adota o formato de um *talk show* e, neste episódio, apresenta uma entrevista com o químico e supervisor de química da Usina Angra I, Ivan Azevedo. O entrevistado esclarece questões referentes à produção de energia e ao funcionamento de uma usina nuclear.

Procure criar um clima cordial que permita aos alunos se sentirem seguros para comentar o tema, levantar hipóteses e arriscar explicações. Estimule, também, que eles façam associações com circunstâncias e experiências prévias. Desse modo, será mais fácil fixar o que será aprendido.

Não se esqueça de verificar a disponibilidade dos recursos necessários para a exibição do vídeo. Reserve com antecedência os equipamentos – um computador ou um equipamento específico de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia – e lembre-se de ter uma atividade extra para a turma, para o caso de algum imprevisto.

### professor!

Crie um clima descontraído, de modo a permitir aos alunos que se sintam à vontade para trazer seus conhecimentos prévios.

## I. Desenvolvimento

O tema deste episódio é interessante e certamente prenderá a atenção dos alunos, pois a **energia nuclear**, apesar de não percebermos, está relacionada a quase tudo no nosso dia-a-dia. Converse com eles sobre isso, pergunte-lhes o que sabem a respeito do uso da energia presente no núcleo dos átomos para produção de energia elétrica e, aproveitando o mote do entrevistador, questione se na casa deles é comum haver “quedas de luz”.

### ENERGIA NUCLEAR

*...com essa demanda por energia crescendo no Brasil, você acha que a energia nuclear e a diversificação de fontes de energia é o caminho certo para evitarmos futuros apagões?*

Apresentador

Explique para os alunos que atualmente há uma grande demanda por **energia elétrica** e que, por isso, não só no Brasil, mas no mundo todo, busca-se a diversificação através de novas fontes de energia a fim de não sobrecarregar os sistemas e evitar os apagões. Nesse sentido, a **energia nuclear** é um dos caminhos alternativos e seu uso vem sendo rediscutido e reavaliado no mundo todo.

Pergunte aos alunos se eles sabem que as **hidrelétricas** geram 68% da energia elétrica do nosso país. Informe, então, que até 2010, existiam 846 hidrelétricas no país e outras já estavam em construção. A infraestrutura da maioria dessas usinas adota, contudo, o sistema de fluxo contínuo da vazão dos rios. Isso é um entrave para a produção, pois boa parte das usinas não possui um reservatório, ficando vulnerável aos períodos de estiagem. Explique que essa falta de armazenamento nas usinas brasileiras foi um dos fatores que contribuiu diretamente para a crise do apagão que atingiu o Brasil há cerca de 9 anos.

Informe que alguns países, nas décadas passadas, haviam parado com a geração de **energia termonuclear**, mas agora estão voltando a construir novas usinas mais modernas, seguras e eficientes. Explique que atualmente 17% da energia elétrica no mundo é produzida por **usinas nucleares** e cite como exemplo a China, que está construindo 15 novas usinas. Em 2010, o Brasil possuía o projeto de 4 usinas nucleares, sendo duas no nordeste.

## URÂNIO

*...de onde vem o combustível da energia nuclear?*

### Apresentador

Será que os alunos sabem de onde vem o combustível da energia nuclear?

Pergunte a eles e deixe que façam suposições e demonstrem o que sabem sobre o assunto.

Em seguida, esclareça que o **minério de urânio** – o principal é a uranita – é o combustível utilizado para a geração de energia nuclear e que, no Brasil, é encontrado principalmente em Caetité, no interior da Bahia. Aproveite para informar, também, que com apenas 1/3 de sua superfície prospectada, o Brasil é tido como o sexto maior produtor mundial.

Destaque as imagens a seguir informando que elas apresentam a prospecção do minério do qual é extraído e beneficiado o **urânio**.



### VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA NUCLEAR

Questione seus alunos se eles saberiam citar algumas **vantagens e desvantagens** da energia nuclear.

Depois de escutá-los, esclareça que a instalação industrial de uma usina termonuclear não precisa de uma área muito grande, e que essa é uma vantagem importante em relação às hidrelétricas, que ocupam uma vasta área que acaba desmatada no processo de instalação industrial. Além disso, a energia nuclear, ao contrário dos combustíveis fósseis, não gera gases de efeito estufa e, tampouco, emissões atmosféricas poluentes.

Ressalte, contudo, que a principal desvantagem relacionada à energia nuclear é a presença inevitável da radiação.

### dica!

O site do Greenpeace apresenta uma cartilha com as verdades e os perigos da energia nuclear. Disponível em:

<http://www.greenpeace.org/raw/content/brasil/documentos/nuclear/verdades-e-perigos-da-energia.pdf>

**dica!**

O site da Eletronuclear ([www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)) oferece muitas informações sobre o tema deste episódio.

**SEGURANÇA**

*E uma regra básica que todo mundo usa é: quanto menos tempo, quanto maior a blindagem e quanto maior a distância, mais protegido você está.*

**Entrevistado**

Pensando em energia nuclear é possível que os alunos façam associações com materiais radioativos perigosos, riscos de acidentes e desastres. Talvez eles nunca tenham ouvido falar do mais conhecido acidente da história da energia nuclear, ocorrido em 1986, na usina de Chernobyl, na antiga União Soviética. Informe que um dos quatro reatores dessa usina explodiu, lançando na atmosfera uma nuvem radioativa de mais de 100 milhões de curies (unidade de medição de radioatividade). Na época, as autoridades informaram que 31 pessoas morreram, 200 ficaram feridas e mais de 135 mil pessoas tiveram que abandonar suas casas, mas acredita-se que esses números sejam muito maiores.

Explique para os alunos que as usinas nucleares possuem **sistemas de segurança** em condições de prevenir acidentes e, também, de resfriar o núcleo do reator e os geradores de vapor em situações normais ou de emergência. Lembre que o caso de Chernobyl ocorreu por que medidas de segurança foram negligenciadas, sendo seguidas por um processo descontrolado de superaquecimento do reator.

A partir da explicação do entrevistado, esclareça que a **radioatividade** existe naturalmente, em baixa concentração, em todos os ambientes e lugares. Lembre que o “nosso corpo é um laboratório, repleto de elementos químicos”, incluindo alguns radioativos, e que, portanto, possui um nível normal de radiação. Por isso, um dos procedimentos de segurança adotados para os trabalhadores das usinas nucleares é a medição do nível individual de radiação natural através de equipamentos especiais. Ressalte a imagem do vídeo em que o técnico apresenta um **dosímetro** usado para esse fim.



Explique que essa medida pretende garantir e controlar o nível de radiação na pessoa para que ela não se contamine e não leve para fora da usina esse material, já que a contaminação, dentro dos limites regulamentares, é inerente ao processo de trabalho em área radioativa.

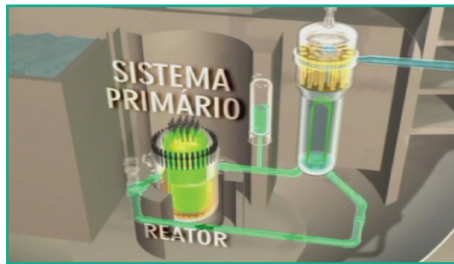
## REATORES NUCLEARES

*O reator nuclear, uma usina nuclear, gera energia elétrica.*

### Entrevistado

Esclareça para os alunos que uma usina nuclear funciona como uma usina térmica convencional, porém, para gerar calor, não usa combustão de carvão, óleo ou gás.

Explique que o núcleo é composto por varetas cheias de pequenas pastilhas cerâmicas de dióxido de urânio, que são, na verdade, os elementos combustíveis. A geração de energia começa com a fissura desses elementos no núcleo do reator, gerando calor e o consequente aquecimento da água que os envolve. Esse processo ocorre no **sistema primário**. Em seguida, no gerador de calor, na verdade grandes trocadores de calor, essa água aquece a do sistema de calor, transformando-a em vapor.



Na etapa seguinte, esse vapor, após movimentar a turbina, passa por um terceiro circuito, o condensador, onde é resfriado pela água do mar, voltando novamente para o gerador de vapor.



A eletricidade que abastece a rede de energia elétrica é produzida a partir de um gerador acoplado ao eixo da turbina.

### mais detalhes!

Leia o artigo de GODOY, José Marcus de Oliveira, "Energia Nuclear e Impacto Ambiental", para aprofundar seu conhecimento sobre o tema. Disponível em:

[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_energia\\_nuclear\\_e\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_energia_nuclear_e_impacto_ambiental.pdf)

## mais detalhes!

Sugira que os alunos leiam o resumo "*Energia Nuclear*". Disponível em:

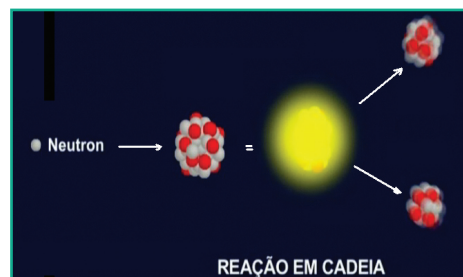
[http://www.qmc.ufsc.br/lacfi/downloads/Energia\\_Nuclear.pdf](http://www.qmc.ufsc.br/lacfi/downloads/Energia_Nuclear.pdf)

Explique que o **sistema primário** do reator, por envolver um material potencialmente perigoso, necessita de sistemas especiais de segurança. Contudo, ressalte que em todos os sistemas, não só nos do reator, há a circulação de água e vapor sob pressão e temperaturas altíssimas, requisitando, da mesma forma, fortes **medidas de controle e segurança**.

Pergunte aos seus alunos: mas, onde está a química em meio a tantos sistemas complexos? Explique que, além obviamente do uso do elemento químico urânio como combustível primário, a água que passa no circuito primário contém o ácido bórico, cujo objetivo é atenuar a reação nuclear. Você poderá frisar que, neste processo, você tem que medir a concentração de boro todos os dias e que esta é mais uma presença importante da Química. Explique aos alunos que, para controlar e até mesmo finalizar a reação de fissão nuclear em cadeia, é utilizado o boro na forma de ácido bórico, pois ele é um ótimo absorvente de nêutrons.

Lembre que os átomos de urânio só fissionam quando encontram um nêutron em uma determinada faixa de energia.

Destaque a imagem a seguir que mostra uma animação do processo de fissão nuclear.



## LIXO RADIOATIVO

*O rejeito radioativo nada mais é do que material que é produzido pela operação da usina, uma consequência da operação da usina.*

### Entrevistado

É muito provável que seus alunos já tenham ouvido falar sobre "**lixo radioativo**". Explique para eles que o rejeito radioativo é uma consequência inevitável da operação da usina. O resto do uso do urânio utilizado na fissão nuclear é o **lixo nuclear**. A cada parada para recarregamento, há elementos combustíveis que são removidos do núcleo. Ressalte que esse material é altamente radioativo e, por isso, é armazenado em uma piscina. Lá são mantidos os elementos combustíveis utilizados, sempre a uma temperatura adequada.



Lembre-lhes que existem outros tipos de materiais usados dentro da área restrita da usina, tais como: ferramentas, roupas e coisas diversas que passarão a ser inúteis para o processo por estarem contaminados. Esse material, quando com média e baixa atividade, é colocado em um depósito fora da usina e é inspecionado regularmente.



## CICLO DE VIDA DA USINA

*Todas as usinas são projetadas para ter um ciclo de vida útil.*

### Entrevistado

Algumas perguntas costumam ser frequentes com relação à energia nuclear, entre as quais:

Qual é o tempo de vida útil de uma usina?

Explique que as **usinas nucleares** são projetadas para ter uma **vida útil** em torno de 40 anos, mas que atualmente já se fala em 60 anos, pois a extensão de sua vida útil é uma estratégia alternativa à construção de novas usinas.

Porém, quando a usina realmente para de funcionar, é iniciado um outro processo, chamado de **descomissionamento da usina**, que é a desativação de todos os sistemas, exceto os de segurança.

## 2. Atividades

- a) Peça para os alunos **pesquisarem** em revistas e jornais notícias recentes sobre as usinas Angra I e Angra II ou sobre energia nuclear. Junte as reportagens e **faça** um mural com a turma sobre o tema.
- b) **Sugira** aos alunos que façam uma redação comparando as vantagens e desvantagens da energia nuclear em relação a outras fontes de energia.
- c) **Questione** os alunos sobre o papel e a importância da energia nuclear como alternativa energética para o Brasil. **Promova** um debate, conduzindo a turma ao entendimento de que o papel da energia nuclear no país deve ser de complementaridade, pois dificilmente haverá uma fonte de energia que seja uma solução exclusiva para um país.
- d) **Oriente** seus alunos a **pesquisarem** sobre o acidente com o césio 137 em Goiânia, o mais grave episódio da história do uso pacífico da energia nuclear no Brasil e no mundo, ocorrido fora de usinas nucleares.

## 3. Avaliação

Adote uma **avaliação formativa** durante o uso desses recursos audiovisuais pedagógicos, pois isso ajudará a orientar sua tomada de decisões em relação à dinâmica do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação começa quando nos envolvemos com a **definição** de objetivos, a proposição de **critérios** e a atribuição de **parâmetros** geradores de conceitos e notas. Os momentos de avaliação do grupo constituem também excelentes oportunidades para **analisar o seu próprio trabalho**, assim como os objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

Os debates realizados após as projeções, mesmo sendo livres, são ocasiões importantes para considerar o desenvolvimento de níveis conceituais, procedimentais e atitudinais de seus alunos. Os questionamentos apresentados por eles também são importantes indicadores do ponto de alcance dos objetivos pretendidos ou da necessidade de aprofundamento de algum conhecimento.

Questões baseadas no conteúdo apresentado no programa podem ser elaboradas e incluídas em **instrumentos formais** de avaliação, tais como provas e testes.

## VÍDEO - AUDIOVISUAL

### EQUIPE PUC-RIO

#### Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

#### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

Fábio Merçon

## 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

Gislaine Garcia

Tito Tortori

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gislaine Garcia