

Programa
Tudo se Transforma
Energia Nuclear 2

Energia Nuclear e
Impacto Ambiental

Química
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Gabriel Neves

Revisão

Camila Welikson

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Romulo Freitas

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: Tudo se Transforma

Episódio: Energia Nuclear 1

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Energia nuclear e impacto ambiental

Conceitos envolvidos: energia nuclear, reações nucleares, usinas nucleares, fissão nuclear, fusão nuclear, decaimento nuclear.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Compreender a questão da energia nuclear e a produção de energia.

Objetivos específicos:

Explicar o que são reações nucleares;

Definir os tipos de usinas nucleares;

Diferenciar os tipos de dispositivos atômicos.

Pré-requisitos:

Não existem 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 algumas indicações e sugestões sobre o conteúdo apresentado e explorado no vídeo. Junto com o recurso audiovisual, ele foi especialmente elaborado para ser mais um elemento enriquecedor na realização de aulas que despertem o interesse dos alunos para matéria de Química.

Não limite o uso dessa mídia apenas a uma rápida exibição. Problematize o vídeo antes de reproduzi-lo. Disponibilize o material para que, posteriormente, seus alunos possam explorá-lo de forma autônoma. Uma conversa informal, uma música, um recorte de jornal ou até mesmo um jogo são algumas possibilidades complementares de abordagem do conteúdo desse episódio.

Planeje a melhor maneira de exibir o vídeo focando a atenção dos alunos nos trechos mais relevantes, deixe que eles indiquem o que desejam assistir também, e não tenha receio de repetir determinadas partes. É importante lembrar que o vídeo é um recurso didático e que, portanto, precisa da mediação do professor para ser explorado em toda a sua potencialidade pedagógica. Por isso, a sua percepção sobre a rotina escolar dos alunos deve decidir a melhor forma de exibi-lo.

Neste guia, apresentamos tópicos que poderão ser explorados antes, durante e após a exibição do vídeo. Você poderá selecionar aqueles que considera mais adequados e acrescentar outros, não contemplados no guia. Também cabe a você decidir o melhor momento para introduzi-los.

Verifique, com antecedência, a disponibilidade dos recursos necessários - um computador ou um equipamento específico de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia - para a apresentação do vídeo no dia previsto.

professor!

Assista ao vídeo antes de apresentá-lo a seus alunos! Isso é indispensável para adequado planejamento de sua aula.

I. Desenvolvimento

ENERGIA NUCLEAR: MEDO OU ESPERANÇA?

Será que as reações atômicas servem apenas para gerar destruição?

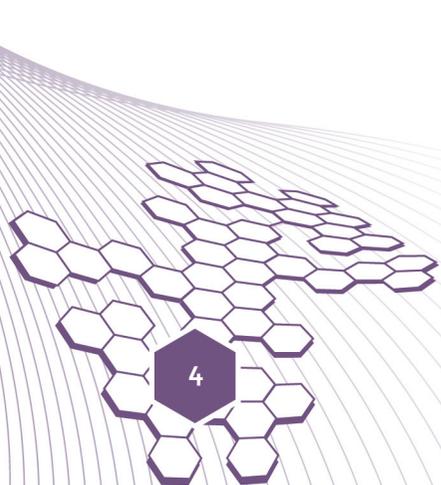
Ao trazer o tema da energia nuclear é tentador pensarmos apenas no potencial destrutivo desta energia. Sua turma pode conhecer a história de **Hiroshima** e **Nagasaki** ou mesmo ter estudado o uso de reações nucleares na construção de bombas. Pergunte o que eles pensam sobre energia nuclear. Ela é amiga, inimiga ou ambos? É muito importante que seja reafirmado para seus alunos que a maioria das coisas pode ser usada tanto para o "mal", quanto para o "bem", por isso deve-se evitar usar maniqueísmos deste tipo. O mesmo vale para a energia nuclear.

Portanto, você pode demonstrar para a sua turma que nenhuma tecnologia, objeto ou invenção está determinado a servir a um único propósito, mas depende de quem os usa. A geração de energia elétrica através de usinas nucleares é uma das possibilidades de se resolver a questão energética no nosso planeta, mas seu uso apresenta riscos consideráveis.

O QUE É ENERGIA NUCLEAR?

A energia nuclear é a energia liberada numa reação nuclear a partir da transformação de um ou mais núcleos atômicos.

A **energia nuclear** é originada de reações nucleares, fenômenos que ocorrem nos núcleos dos átomos. Nestas reações ocorre a liberação de energia na forma de calor no momento em que se dá a transformação dos núcleos dos átomos. Esta liberação de energia pode ocorrer a partir de três formas de reações nucleares distintas, a saber: decaimento radioativo, fissão nuclear e fusão nuclear. Explique a seus alunos cada uma dessas formas:



O **decaimento radioativo** se dá através de emissões espontâneas de partículas radioativas. Estas partículas são subatômicas, ou seja, menores que um átomo, como os prótons e os nêutrons – elementos que compõem o núcleo atômico.

Esta emissão natural de radioatividade ocorre porque o elemento se encontra instável na natureza, o que o faz lançar prótons e nêutrons. A perda de prótons muda o peso atômico do átomo, que se transforma em outro elemento, transformando-se continuamente até que atinja a estabilidade.

Na **fissão nuclear** existe um átomo que se torna instável após ser bombardeado com partículas de nêutrons. Isso faz com que este núcleo se divida em dois ou mais núcleos de elementos mais leves e diferentes. Estes novos elementos se transformarão em energia, raios gamas e mais partículas de nêutrons. Atualmente, este é o tipo mais usado pelo Homem para produzir energia nuclear.

A **fusão nuclear** é a união de dois núcleos de átomos diferentes que virão a formar um núcleo de um elemento diferente, **instável**. Nesta instabilidade haverá a liberação de calor, que pode ser aproveitada para a geração de energia elétrica. Para que haja a fusão entre os núcleos atômicos é necessária uma grande quantidade de energia. Mas a energia liberada por esta reação supera em muito a quantidade consumida. A reação de fusão nuclear é muito mais poderosa que a da fissão, sendo o tipo de reação que mantém as estrelas, como o Sol, vivas. Porém, comente com a sua turma que a humanidade ainda não detém os conhecimentos e meios para controlar estas reações de forma efetiva.

Ainda sobre as reações, você pode falar sobre alguns outros elementos que permitem a utilização da energia nuclear para geração de energia.

Reações em cadeia: as transformações sofridas pelos átomos geram energia, assim como partículas subatômicas. Essas partículas, quando atingem outros núcleos radioativos iniciam novas reações, e assim em diante. Como o próprio nome diz, são reações que, uma vez iniciadas, vão se propagando progressivamente. O que começa com apenas uma emissão de nêutrons acaba se tornando milhares, milhões, bilhões e mais que trilhões de reações semelhantes, como dominós empilhados um atrás do outro, culminando em enormes liberações de energia.

dica!

Leia sobre a energia nuclear e sua polêmica história no artigo de MERÇON, Fábio e QUADRAT, Samantha Viz. *A Radioatividade e a História do Tempo Presente*, Química Nova na Escola, n. 19, maio de 2004, ps. 27-30. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/ao8.pdf>



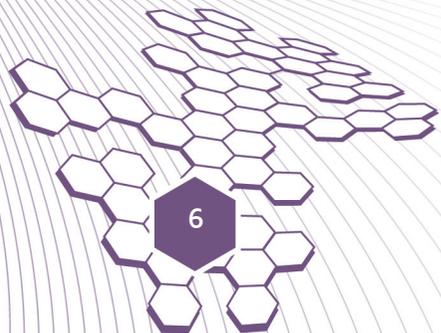
UM PASSADO SOMBRIO, UM FUTURO PROMISSOR

Seu uso com fins militares lhe conferiu uma imagem muito negativa junto à opinião pública, o que explica também a forma como a energia nuclear vem sendo retratada até hoje em filmes, livros e games.

O calor emitido pela **reação nuclear** é muito alto e muito poderoso, tendo um alcance muito grande graças à reação em cadeia. A utilização dessa energia em armas foi suficiente para desenvolver as primeiras armas de destruição em massa, responsáveis pela obliteração de duas cidades inteiras e por dar luz a uma nova era onde o medo do fim do mundo devido a explosões atômicas acometeu a população do planeta. Você pode explicar que é muito fácil criar medo em uma pessoa ou população, mas retirá-lo é muito difícil, para tal é necessário muito esforço. Cientistas demonstraram ser possível o uso dessa energia para a produção de eletricidade, gerando um grande bem para a humanidade e hoje, a energia nuclear não está fadada a ser relacionada apenas à destruição. Discuta com os seus alunos sobre isto. Pergunte se eles acham que ainda existe uma ideia errada sobre o uso da energia nuclear.

Explique, então, que existe uma polêmica sobre a sua utilização: alguns defendem seu uso como a solução para a geração de energia, enquanto outros atacam-na, temerosos com os riscos inerentes a ela. As fontes convencionais de energia, como termoelétricas e hidroelétricas, geram danos ao nosso ambiente e agravam a condição de instabilidade climática gerada pelo efeito estufa. As usinas nucleares geram energia sem causar muitos danos ao ambiente, porém sua utilização gera **lixo nuclear**, que se não for isolado, pode tornar um local inabitável por milhares de anos.

Para que seja possível debater e defender alguma das posições é necessário que haja informação. Abaixo veremos o funcionamento de uma usina nuclear.



COMO ABASTECER UMA USINA NUCLEAR?

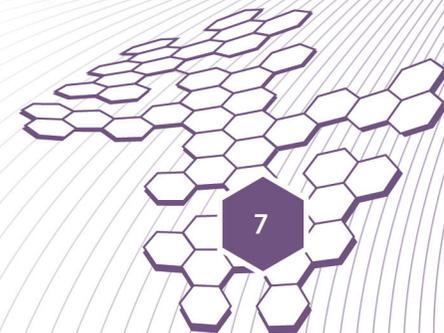
Até chegar a uma usina, as matérias-primas precisam passar por um processo de enriquecimento.

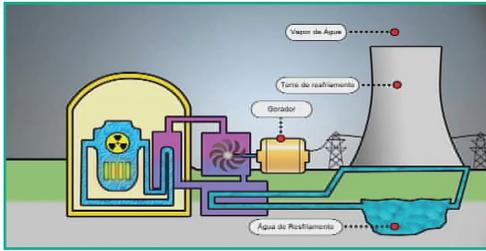
Usinas nucleares produzem energia através da geração de calor, como as termoelétricas, porém usam o Urânio, ao invés de carvão, como combustível. Você pode perguntar o que sua turma já ouviu sobre o Urânio, esse elemento que se tornou famoso graças à História e aos filmes. **Urânio** é um elemento relativamente comum na crosta terrestre, mas não existem muitos depósitos concentrados deste minério. Além disso, há apenas alguns isótopos de Urânio que são realmente efetivos na geração de energia em usinas nucleares, sendo o mais buscado o Urânio 235, pois de todos os isótopos deste elemento, é este que possui o maior poder de fissão. Isto ocorre porque o **Urânio 235**, ao ser bombardeado por um nêutron livre, o absorverá sem oferecer resistência, deixando-o instável e iniciando uma reação de fissão.



Mas como o Urânio 235 é obtido? Através do enriquecimento do Urânio, um processo no qual se separa o isótopo desejado, de forma a aumentar sua concentração em uma pastilha de Urânio. Trata-se de um processo de refino do dióxido de Urânio (forma encontrada naturalmente na mineração), um minério no qual há apenas 0,3% de Urânio. O Urânio é então separado dos outros elementos, sendo transformado em um gás; centrífugas separam **isótopos** como o Urânio 238 e 235 e este processo continua até gerar o nível de enriquecimento desejável.

Para o uso em **usinas nucleares civis**, como as que temos em Angra dos Reis, o nível de enriquecimento fica entre 3% e 5%. Uma bomba atômica requer um enriquecimento superior a 90%. A produção de Urânio enriquecido é então um processo muito controlado e observado com muita atenção para evitar o mal uso desse elemento.





dica!

Para saber mais sobre este assunto, sugira que seus alunos visitem o site da Eletrobrás. Lá, há perguntas e respostas sobre a Usina de Angra I. Disponível através do link: http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/index.php?id_categoria=1

A LUZ NO FIM DO TÚNEL

Já sabemos qual é o combustível obtido, mas como é possível transformar o Urânio 235 em energia elétrica? Para isso, é importante ter em mente as **reações de fissão nuclear**, pois é este tipo de reação utilizado nas usinas nucleares. O bombardeamento do Urânio com partículas subatômicas inicia uma reação em cadeia auto-sustentável, ou seja, inicia um processo de **liberação de energia**, na forma de calor, que se expande por uma reação em cadeia.

Este calor emitido aquece um líquido refrigerante, cujo papel é controlar a temperatura do reator e mantê-lo estabilizado. Porém, este líquido refrigerante fica aquecido o suficiente para aquecer uma caldeira vizinha com água cuja evaporação faz com que turbinas girem e, conseqüentemente, gerem energia elétrica. Ressalte a importância de um suprimento de água suficiente para a renovação do mesmo e explique que por esse motivo é que alguns navios e submarinos de guerra possuem reatores de fissão nuclear, que permitem uma autonomia muito maior do que motores movidos a combustíveis fósseis.

A **energia nuclear** também pode vir a servir a outros propósitos, como a produção de Hidrogênio ou a dessalinização da água do mar. Sobre a dessalinização, é importante ressaltar que esta técnica é mais comum no Oriente Médio, onde há grande falta de água potável. É um processo muito caro e produz pouca água, mas essencial para alguns povos. Os meios mais comuns usam sistemas abastecidos por combustíveis fósseis, principalmente o gás natural, mas as usinas nucleares vem sendo cogitadas para este uso.

FUSÃO NUCLEAR: A UNIÃO FAZ A FORÇA

Desde os anos 50, cientistas ao redor do mundo procuram uma forma de aproveitar as poderosas reações de fusão na geração de eletricidade. A fusão é encarada há décadas como a solução para o problema energético da humanidade (...). O que falta, então, para ela se tornar uma realidade?

Reações de **fusão nuclear** geram mais energia, geram menos lixo atômico e requerem elementos que são bastante comuns no nosso planeta. Isso faz com que muitos acreditem que as reações de fusão sejam a solução de todos os problemas energéticos do mundo! Porém, a humanidade ainda não possui controle suficiente sobre este tipo de reação, existindo apenas alguns reatores em nível experimental.

Lembre a seus alunos que para uma reação de fusão iniciar é necessário uma enorme quantidade de energia, para que então seja liberada uma quantidade ainda maior! O problema é que essa quantidade de energia para iniciar a reação de fusão nuclear equivale a 150.000.000 graus Celsius. Ainda não temos reatores que consigam lidar com tanta energia.



MUITO POUCO PROVÁVEL... MAS NÃO IMPOSSÍVEL

Mesmo que as reações de fusão possam parecer muito mais perigosas por produzirem mais energia, é importante que se entenda os riscos existentes no uso das reações de fissão nuclear. Em uma pastilha de Urânio enriquecido, usado comumente em uma usina nuclear civil, apenas 3% a 5% de sua composição é Urânio 235. O restante dessa pastilha terá de ser descartado ao ser esgotada, mas de forma que seja isolada e bastante protegida, pois estes **resíduos tóxicos** continuam altamente radioativos por pelo menos 25.000 anos. Em caso de vazamento na natureza, é provável que a área fique inabitada por todo este tempo, após o qual o Urânio decai o suficiente para que deixe de ser radioativo.



Usinas nucleares são construídas para evitar qualquer possibilidade de um vazamento de resíduos ou acidentes no reator nuclear. O caso mais grave de um acidente nuclear foi do reator de **Chernobyl**, próximo à cidade de Pripyat, onde até hoje existem bolsões de radioatividade. Desde que essa tragédia aconteceu, toda e qualquer usina nuclear passou a ter uma segurança altamente reforçada.

Professor, os benefícios e riscos da energia nuclear são claros e fáceis de apresentar. Passe-os para a sua turma e proponha uma discussão sobre o seu uso.

Benefícios:

- Menos poluição em seu uso cotidiano, evitando agravamentos do efeito estufa;
- Grande potencial energético exigindo espaços relativamente pequenos;
- No caso da fusão nuclear, a matéria-prima para a produção energética é abundante na Terra.

Riscos:

- Vazamentos de lixo nuclear podem contaminar uma enorme área e deixá-la inabitável por vinte e cinco mil anos;
- A desestabilização de um reator nuclear pode ocasionar explosões poderosas, como a ocorrida em Chernobyl;
- Existe um maior custo na produção das usinas em comparação com outras fontes de energia.

mais detalhes!

Saiba mais detalhes sobre o incidente em Chernobyl lendo o artigo de DUPUY, Jean-Pierre. *A catástrofe de Chernobyl vinte anos depois*, Estudos Avançados, edição 21(59), 2007, ps. 243-252. Disponível através do link: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a18v2159.pdf>

2. Atividades

- a) Proponha que seus alunos levantam **imagens e informações sobre usinas nucleares** ao redor do mundo, pesquisando curiosidades que marquem estas usinas.
- b) Peça que os alunos, a partir da pesquisa anterior, façam uma **linha do tempo**, combinando imagens e informações sobre o tema.
- c) Proponha um julgamento onde um grupo de alunos deverá defender o uso da **energia nuclear** enquanto outro grupo condenará o uso. Você, professor, poderá ser o juiz, estando numa posição em que poderá avaliar o aprendizado dos alunos através de seus argumentos. Se for uma turma muito grande, monte grupos menores e dê a eles a responsabilidade de trazer evidências para o time de acusação e defesa.

3. Avaliação

A avaliação é, muitas vezes, confundida com a atribuição de notas aos alunos. Essa antiga concepção, centra todo o processo avaliativo no desempenho do aluno desconsiderando que a avaliação deva ser tratada como um **processo contínuo** e diferenciado.

O ato de avaliação serve para progressivamente verificar o desenvolvimento dos alunos com relação a sua aprendizagem, bem como a capacidade de estabelecer relações do que foi aprendido com o mundo.

O conhecimento é algo que está em constante movimento, sendo construído por cada pessoa em tempos e formas diferentes. A avaliação deve ter **função diagnóstica** para que o professor possa analisar as causas que impedem ou dificultam o aprendizado satisfatório dos alunos. Nesse sentido, é importante que o professor aprimore sua metodologia para que o processo de ensino-aprendizagem seja efetivo.

4. Interdisciplinaridade

Proponha que os professores de Física e Geografia assistam ao episódio junto com a turma e contribuam para o debate em torno do tema. O professor de Geografia pode apresentar alguns debates políticos em cima da questão nuclear, enquanto o professor de Física pode abordar questões próprias do reator nuclear, explicitando seu potencial e limite.

professor!

A avaliação deve ser coerente e estar baseada no bom senso!

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

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

Camila Welikson

Gabriel Neves

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson