

Guia Didático do Professor

Programa
Conversa Periódica
Fusão Nuclear

Energia Nuclear

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

Isabela La Croix

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: Fusão Nuclear

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Energia Nuclear

Conceitos envolvidos: fissão nuclear, fusão nuclear, energia nuclear, plasma, reator por fusão.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Reconhecer a fusão nuclear como uma forma limpa de produzir energia nuclear.

Objetivos específicos:

Diferenciar fissão e fusão nuclear;

Identificar o isótopo do hidrogênio (deutério) como o combustível utilizado nos reatores de fusão nuclear;

Reconhecer vantagens e desvantagens da fusão nuclear;

Conceituar plasma;

Caracterizar o funcionamento dos reatores nucleares por fusão.

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

A série de programas *Conversa Periódica* é apresentada na forma de diversas entrevistas com especialistas nas áreas dos conteúdos abordados.

Procure estimular ao máximo a participação de seus alunos, relacionando o conteúdo ao dia a dia. Lembre-se que a interação dos alunos é fundamental, portanto, deixe que eles, ordenadamente, questionem, levantem hipóteses e que usem seus conhecimentos prévios para comentar e questionar.

Lembre-se que os vídeos podem ser utilizados antes, durante ou mesmo após a apresentação dos conteúdos envolvidos. Informe sempre aos alunos previamente o tema, o tempo de duração e o contexto do episódio. O vídeo pode ser usado como um recurso de sensibilização para o tema antes das aulas, como um exercício de identificação dos conteúdos-chave junto com a abordagem do conteúdo ou mesmo como uma atividade de avaliação ou revisão dos conteúdos desenvolvidos. Caberá a você, professor, usá-lo como uma estratégia didática adequada ao planejamento e alinhada com o interesse e a curiosidade dos alunos.

Verifique com antecedência a disponibilidade de todos os aparelhos (DVD, TV ou projetor de multimídia) necessários para a exibição do vídeo.

I. Desenvolvimento

O episódio em questão aborda o subtema *Fusão Nuclear*, dentro da temática *Energia Nuclear*. É importante lembrar que esse conhecimento, devido a sua natureza, exige que o aluno use uma grande dose de capacidade de abstração. Vale lembrar que, em teoria, os alunos do Ensino Médio já possuem a capacidade potencial de usar o raciocínio abstrato, porque estão na fase do pensamento operacional formal. Contudo, é importante lembrar que, para pensar cientificamente, os alunos precisam exercitar a sua capacidade de criar hipóteses, analisar a influência de variáveis, questionar conclusões e defender ideias. Por isso, é importante usar recursos didáticos que possam apoiar a compreensão dos conteúdos que envolvam a abstração.

Retome as animações e permita que os alunos participem ativamente do debate, verbalizando suas percepções, sinalizando dúvidas e formulando explicações.

O guia traz sugestões, informações e atividades que possibilitam uma ampliação do uso pedagógico do vídeo. Procure explorar todo o material, respeitando o planejamento adotado com base na perspectiva e no trajeto curricular próprio, fruto das opções feitas por cada professor.

FUSÃO X FISSÃO

Antes de iniciar a aula sobre fusão nuclear, seria interessante escutar os alunos e perceber o que eles sabem sobre o assunto. É possível que eles comentem sobre as usinas de Angra dos Reis. Aproveite esse momento para explicar que há duas maneiras de aproveitar a energia nuclear, convertendo-a em calor: a fissão e a fusão nuclear.

Agora me diga uma coisa, as usinas de Angra dos Reis geram energia por fusão ou por fissão?

Apresentador

Explique para os alunos que as usinas nucleares de Angra dos Reis geram energia pelo processo de fissão. Esclareça que a fissão é, na verdade, uma reação nuclear que pode acontecer de forma espontânea ou provocada. Nessa reação, um núcleo atômico, geralmente pesado, como o do urânio, por exemplo, divide-se em duas partes de massas comparáveis, liberando grande quantidade de energia.

Destaque a imagem do vídeo que apresenta essa reação:



A fissão nuclear espontânea ocorre quando as oscilações naturais de núcleos pesados fazem com que se quebrem em dois núcleos de massas semelhantes. E a fissão nuclear provocada ocorre pelo bombardeamento de núcleos pesados com nêutrons.

Ressalte que esses dois processos existem graças a um dos maiores cientistas da história da humanidade: Albert Einstein. Quando elaborou a Teoria da Relatividade, Einstein mostrou que a matéria pode converter-se em energia. Relembre aos alunos a famosa equação $E=mc^2$, mostrando que a massa pode ser convertida em energia e a energia em massa. Aponte a fórmula e explique que o símbolo "E" representa a energia, o "m" significa a massa ou matéria e o "c" representa a velocidade da luz no vácuo, que é $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

...a fusão também pode gerar muita energia, tanto quanto a fissão?

Apresentador

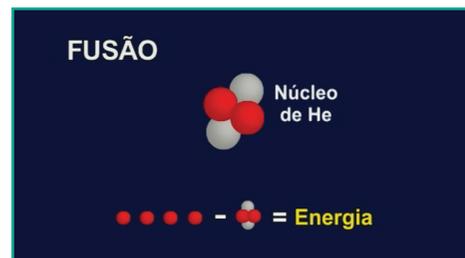
Esclareça que a matéria só se converte em energia quando há um processo em que os constituintes iniciais de um núcleo atômico se rompem e a soma das massas dos produtos é menor do que a massa de origem. O processo entre um núcleo muito pesado que se rompe é, então, chamado de **fissão**.

Esclareça que a **fusão** é o contrário: é o processo em que há dois núcleos que se juntam e a massa resultante é menor do que a massa dos que se fundiram. A fusão nuclear utiliza a energia liberada pela fusão de núcleos leves para formar núcleos mais pesados. Essa diferença de massa é transformada em energia. Explique que esse processo acontece em altíssimas temperaturas, como aquelas encontradas nas estrelas. Fundir dois núcleos é bastante complicado, pois ambos possuem cargas positivas e por isso há a necessidade de altas temperaturas.

mais detalhes!

Saiba mais sobre a diferença entre fusão e fissão nuclear lendo o artigo *A diferença entre fissão e fusão nuclear*, de CAMPAGNER, Carlos Alberto, disponível em: <http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u48.jhtm>

Relembre que, na **fissão**, o combustível usado é o urânio, enquanto na **usão** é o hidrogênio, ou seja, dois átomos de hidrogênio que pesam 100 vezes mais que o núcleo de urânio. Explique que, por isso, com relação à energia produzida e ao combustível gasto para tal, a quantidade de energia produzida por massa consumida é muito maior na fusão do que na fissão.



Para ilustrar melhor o tema, apresente em sala de aula o exemplo da tentativa de aproximação de dois ímãs que possuem o mesmo polo, constatando, nesse caso, a impossibilidade de uni-los. Lembre aos alunos que os polos do ímã nos ajudam a perceber como é difícil “grudar” os núcleos atômicos. Faça circular entre os alunos os ímãs para que todos possam verificar o que acontece. Em seguida, explique que o mesmo acontece no processo de fusão, isto é, os núcleos tendem a repelir-se quando se aproximam, uma vez que os núcleos, devido à presença dos prótons, possuem carga positiva.

COMBUSTÍVEIS

Questione os alunos quais os combustíveis utilizados na fusão e na fissão. Ressalte, que o **urânio** é o combustível usado no processo de fissão. Relembre que o urânio é um átomo muito pesado, pertencente ao grupo de elementos actinídeos (propriedades semelhantes às do elemento actínio), de número atômico entre 90 e 103. Ressalte que todos os elementos desse grupo – 15 no total – são radioativos e possuem dois elétrons na camada de valência. Você poderá indicar o grupo dos actinídios na tabela periódica, acrescentando, ainda, que os actinídios e os lantanídios são conhecidos como metais terrosos raros.

Na fusão, entretanto, destaque que o combustível usado é um **isótopo do hidrogênio**, o **deutério**, que é um hidrogênio com um nêutron a mais. Lembre que o hidrogênio está na água, na água do mar e em um simples copo de água. Explique que se os cientistas conseguirem extrair todo o deutério de um copo de água e fundi-lo para produzir hélio, haverá energia equivalente a 20 galões de petróleo. Essa é a razão atual do interesse grande pelos reatores de fusão para o futuro.

DEUTÉRIO - ^2H - isótopo do hidrogênio

Destaque que a grande vantagem dos reatores à fusão refere-se aos rejeitos radioativos, pois nessa reação também são produzidos nêutrons que, ao atravessarem a parede do reator acabam criando lá dentro alguns elementos radioativos, porém são elementos gerados através do reator e que deverão ser guardados por não mais do que 50 anos. Isso significa que a fusão é uma “energia limpa”. Outra grande vantagem desses reatores é, naturalmente, a disponibilidade de combustível, a água ou isótopos da água.

PLASMA

O que você está vendo aí é o que chamamos de plasma.

Entrevistado

Provavelmente, seus alunos já ouviram falar na TV de plasma. Há um senso comum de que o plasma é algo complicado de ser produzido e raro. Informe a eles que o plasma está presente também nas lâmpadas fluorescentes e em fenômenos da natureza, como a aurora boreal. Vale ressaltar, também, que a fusão é a fonte de energia do Sol e das outras estrelas. Explique que pequenos núcleos se juntam, formando núcleos maiores. Isso ocorre quando a matéria existente no núcleo das estrelas atinge densidades e temperaturas suficientes para desencadear reações termonucleares, que libertam energia.

Converse com a turma sobre o que eles sabem sobre plasma. Em seguida, explique que um **plasma** é um gás ionizado, que possui elétrons e íons separados, usado nessas TVs e também nas pesquisas dos reatores de fusão nuclear.

Destaque a imagem do vídeo a seguir e aponte que o azul visível é um plasma que tem uma temperatura de aproximadamente 20 mil graus centígrados. Esclareça que apesar de ser muito quente, não queima, pois é pouco denso, isto é, a quantidade de energia que transporta para o dedo é muito pequena.



Explique aos alunos que em um reator de fusão é necessário produzir um plasma com 150 milhões de graus centígrados, ou seja, com uma temperatura 30 mil vezes maior que a do plasma apresentado no vídeo.

mais detalhes!

Conheça um pouco mais sobre a estrutura básica dos reatores de fusão nuclear lendo o resumo disponível em: http://www.plasma.inpe.br/LAP_Portal/LAP_Sitio/Texto/Tokamaks.htm

dica!

Os sites <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm> e http://www.discovery-brasil.com/guia_espacio/estrellas/sol/index.shtml oferecem muitas informações sobre o Sol, nossa estrela de luz e vida, e as estrelas. Vale a pena conferir.

dica!

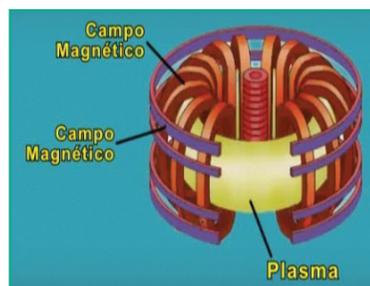
O site indicado a seguir apresenta uma reportagem sobre o projeto ITER, que irá criar o maior reator de fusão nuclear do mundo, para energia limpa e barata até 2027:

<http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/meio-ambiente/consorcio+internacional+aprova+us+21+bilhoes+para+megaprojeto+de+fusao+nuclear/n1237730938646.html>

REATOR POR FUSÃO*Como podemos fazer isso?***Entrevistado**

Comente com os alunos que produzir um plasma nas proporções informadas pelo entrevistado, devido às altíssimas temperaturas, como é possível perceber, não é uma tarefa simples. Esclareça que, em primeiro lugar, é preciso criar os meios para que esses gases superaquecidos sejam produzidos e mantidos nas temperaturas adequadas. Em seguida, esses gases precisam ser confinados, pois se forem colocados dentro de uma câmara qualquer, o gás irá tocar a parede e esfriar. Por isso, informe que isso é feito através de um confinamento do plasma quente por campos magnéticos.

Destaque a imagem a seguir que apresenta o esquema básico de um **reator de fusão nuclear**.



Atualmente, progrediu-se muito nas pesquisas em fusão. Informe aos alunos que atualmente o plasma já é confinado magneticamente, com temperatura de 150 milhões de graus centígrados, produzindo energia com reatores à fusão em uma máquina chamada Tokamak, que existe em vários lugares do mundo.

Explique que o problema desse plasma é que, ao ser muito aquecido, mesmo que o gás seja confinado com campo magnético, parte dele acaba escapando, depositando muita energia na parede do reator. Os materiais que conseguem suportar essa energia nas paredes do reator ainda estão sendo desenvolvidos e testados, e essa é a razão pela qual os reatores a fusão ainda não são empregados.

2. Atividades

- a) Sugira que os alunos se dividam em dois grupos grandes e **pesquisem** notícias na internet, em jornais ou revistas que falem sobre energia nuclear ou fusão nuclear. A partir das notícias apresentadas, **promova** um debate entre os dois grupos, em que um irá **representar** os defensores do uso da energia nuclear como fonte de energia e o outro **questionar**, representando os ambientalistas.
- b) **Organize** uma exposição sobre fusão nuclear, com notícias, desenhos, fotos e textos explicativos produzidos pelos alunos. **Convide** outras turmas para conhecer o trabalho e **peça** para os alunos **explicarem** o que aprenderam.
- c) **Crie** com os alunos um pequeno informativo científico. Será uma boa maneira dos alunos compreenderem a fusão nuclear e ao mesmo tempo se divertirem, pois o assunto é fascinante. Peça que eles **sugiram** nomes para o informativo e **desenvolvam** textos relacionados às estrelas (corpos celestes luminosos formados de plasma) e ao Sol. Eles poderão **pesquisar** na internet, descrever informações e números relativos ao assunto, assim como **incluir** imagens e curiosidades.

3. Avaliação

Considere que a **avaliação** é muito mais do que apenas estabelecer objetivos, critérios e atribuir conceitos e notas. A avaliação formativa permite que o seu trabalho seja reorientado, tornando as decisões, alterações e reformulações como parte do processo de ensino-aprendizagem.

O **envolvimento, interesse e participação** dos alunos, tanto durante a apresentação do programa quanto nos debates subsequentes são momentos importantes para avaliar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os questionamentos apresentados pelos alunos são indicadores significativos para identificar se os **objetivos** da sua aula foram atingidos ou se há necessidade de aprofundar mais um ou outro tópico do conhecimento.

Refleta, observando que os momentos de avaliação do grupo constituem, também, excelente oportunidade para **avaliar o seu próprio trabalho** e os objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

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

José Marcus de Oliveira Godoy

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

Gislaine Garcia

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson