

Programa  
**Conversa Periódica**  
Radioatividade: Riscos e Benefícios

Radioatividade

Química  
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Gabriel Neves

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: Radioatividade: Riscos e Benefícios

Duração: 13 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Radioatividade

Conceitos envolvidos: radioatividade, átomos, partículas alfa, partículas beta, raios gama, radiação eletromagnética, meia-vida, datação baseada no carbono 14, reação nuclear, energia nuclear.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Definir o conceito de radioatividade.

### Objetivos específicos:

Apontar os usos da radioatividade em nosso cotidiano;

Separar e diferenciar radiação radioativa e radiação eletromagnética;

Definir os conceitos de partículas alfa, beta e raios gama;

Compreender o papel do átomo na radioatividade;

Conceituar meia-vida e explicar o processo de datação do carbono 14;

Apontar benefícios e riscos da radioatividade.

### 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

Os programas da série *Conversa Periódica* são apresentados na forma de diversas entrevistas com especialistas nas áreas dos conteúdos abordados. Aproveitando o clima descontraído e informal de um programa de entrevistas, os temas abordados são explorados com a colaboração de um entrevistador. O programa tem o objetivo de trazer aspectos teóricos-práticos dos conteúdos para o debate na forma de interações entre o conhecimento do entrevistado e o senso comum do público leigo, representado pelos questionamentos do entrevistador e pelo público entrevistado no quadro *O Povo Pergunta*.

Procure estimular ao máximo a participação dos alunos, relacionando o conteúdo ao dia-a-dia. Permita-se deter e retornar a projeção do vídeo para rever alguns trechos interessantes, polêmicos e de interesse dos alunos, para dinamizar o debate. Lembre que a interação dos alunos é fundamental, portanto, deixe que eles, ordenadamente, questionem, levantem hipóteses e 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. Sempre informe previamente aos alunos 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-chaves junto com a abordagem do conteúdo; ou mesmo como uma atividade de avaliação e revisão dos conteúdos desenvolvidos.

Caberá a você, professor, usá-los 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.

Promova um clima de confiança, liberdade e respeito durante a dinâmica para que os alunos se sintam suficientemente seguros para levantar hipóteses e propor explicações que levem a refletir sobre a relação entre o conhecimento químico, a tecnologia e a vida social. Incentive, quando possível, discussões que relacionem o que está sendo estudado com a visão de mundo dos alunos, especialmente no caso da radioatividade e suas possibilidades para o mundo.

### professor!

Tente criar um clima descontraído, que permita aos alunos se sentirem à vontade para trazer seus conhecimentos prévios.

## I. Desenvolvimento

Você pode começar a aula perguntando aos alunos o que eles entendem por **radioatividade**. Questione que tipos de uso esse fenômeno pode ter em nosso mundo, onde é usado ou como funciona. Isso irá ajudá-lo a guiar a sua aula, sincronizando o conhecimento anterior da turma à matéria a ser lecionada, assim como levantando as expectativas da turma e suas dúvidas mais comuns em relação ao tema.

Algumas catástrofes na história mundial marcaram negativamente a radioatividade. Acidentes como o de Chernobyl e o uso das bombas atômicas, que fizeram inúmeras vítimas, são sempre muito lembrados pela humanidade. Por outro lado, inúmeras vidas foram e continuam sendo salvas graças às aplicações médicas e outras utilidades práticas da radioatividade, mostrando que o uso que fazemos dela é o que determina seus efeitos. Proponha uma discussão sobre a responsabilidade que temos quanto ao uso desse poderoso fenômeno.

A apresentação de novos conhecimentos de Química deve ser feita com cuidado, de maneira que os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao assunto possam ser considerados. Partindo do princípio que a radioatividade é algo invisível e, apesar de ser usada no cotidiano, não é perceptível pela maioria das pessoas, espera-se que seus alunos tenham dificuldade em aproximar esse assunto do seu próprio dia-a-dia. Mas a radioatividade é um fenômeno natural muito utilizado pelo homem para gerar energia, criar tratamentos médicos ou mesmo em aplicações militares (como bombas nucleares). Além disso, muitos escritores se aproveitaram do tema da radioatividade para produzir histórias de aventuras, heróis e vilões, hoje muito populares, embora distantes do que realmente seja a radioatividade.

Outra questão importante sobre a radioatividade e o seu uso diz respeito aos resíduos tóxicos gerados pela sua utilização, um dos maiores problemas ambientais que possuímos. Aproveite situações presentes nos jornais e revistas e discuta o tema usando exemplos da história da humanidade para instigar ainda mais a curiosidade. Traga para o debate, sempre que possível, a questão sobre a importância desse tema em relação ao destino da humanidade.

Com a sua experiência, você poderá fazer uso das informações trazidas pelos alunos para a aula, aproveitando-as na aplicabilidade do tema, contextualizando mais os conhecimentos e tornando a aula mais palpável e interessante.

### O QUE É RADIOATIVIDADE?

*E eu sempre quis muito saber sobre essa tal radioatividade, porque eu cresci ouvindo falar dela.*

Apresentador

Você poderá começar a aula analisando o que seus alunos sabem sobre **radioatividade**. Pergunte-lhes se já viram em filmes a história de pessoas normais que foram expostas a um material radioativo e ganharam superpoderes, tornando-se heróis ou vilões. Comente que em alguns desenhos animados também é frequente o uso do símbolo do **trifólio** (símbolo de radioatividade) para representar um conteúdo ou lugar que seja muito perigoso à vida humana.



Símbolo do trifólio

Lembre aos seus alunos que a radioatividade, por ser algo não tão conhecido pela população em geral, serviu como um “cheque em branco” para muitos autores escreverem enredos envolvendo esse fenômeno natural, pois todo mistério alimenta mentes criativas.

É importante abordar a história da descoberta da radioatividade para que os alunos possam perceber a evolução da ciência. Comente com os alunos que em 1896 o físico **Antoine Henri-Becquerel** percebeu que um sal de urânio tinha a capacidade de sensibilizar um filme fotográfico. Becquerel constatou que o sulfato duplo de potássio e urânio desidratado, quando expostos à luz solar, emitiam raios capazes de impressionar chapas fotográficas embrulhadas em papel negro e que, mesmo sem a exposição ao sol, o fenômeno ocorria da mesma maneira. Assim, concluiu que o elemento responsável pela impressão nas chapas fotográficas era o **urânio**, devido à emissão de raios invisíveis penetrantes. Informe-lhes que, no ano seguinte, a cientista Marie Curie conseguiu provar que a intensidade da radiação era proporcional à quantidade do urânio usado na amostra. Assim, concluiu-se que a radioatividade era um fenômeno atômico.

*Afinal, a radioatividade é boa ou faz mal? É útil ou é a maior encrenca?*

**Apresentador**

Converse com os alunos e escute a opinião deles. Em seguida, relembre que o receio em relação à **radioatividade** esteve, durante muito tempo, ligado ao medo de uma guerra nuclear. Por outro lado, é um assunto bastante popular, embora as pessoas não entendam direito do que estão falando.



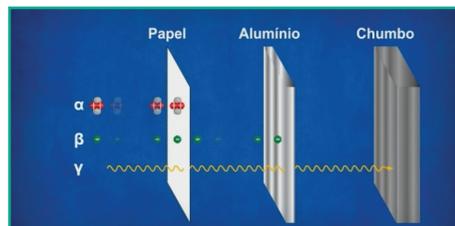
Explique para os seus alunos que a radioatividade é uma **propriedade** que alguns elementos possuem de emitir partículas radioativas e radiações eletromagnéticas para estabilizar seus núcleos atômicos. Mas, antes de entender as principais questões da radioatividade, é necessário compreender o seu elemento mais fundamental: o átomo.

## A RADIAÇÃO

### *O que é radiação?*

#### Apresentador

Neste momento da aula, você pode rever a matéria com seus alunos e lembrar que os átomos são formados por prótons e nêutrons em seu núcleo, e que existe uma relação ótima em que há um número ideal de prótons e nêutrons no núcleo. Explique que em alguns átomos essa relação entre o número de nêutrons e prótons não é satisfatória, deixando-os instáveis, de modo a emitir alguns **tipos de radiação**, duas sob a forma de **partículas** – alfa e beta – e outra sob a forma de **ondas**, que é a radiação gama. Você poderá destacar o momento do vídeo que apresenta a demonstração dessas emissões radioativas:



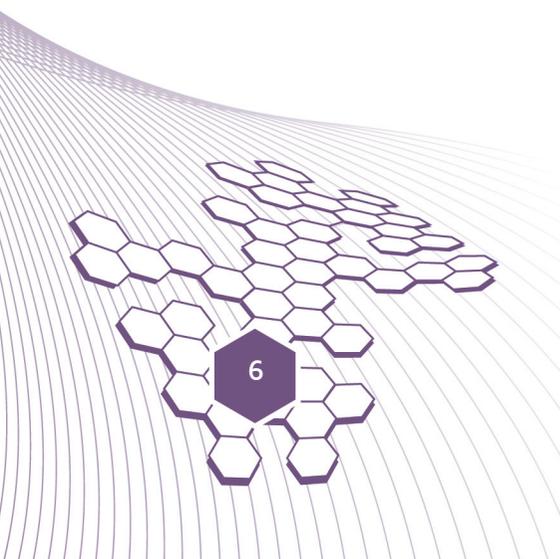
## ISÓTOPOS

### *Mas e se a fonte for natural? De onde vem a radiação?*

#### Apresentador

Esclareça aos seus alunos que a fonte da radiação é **natural**, pois isótopos existem naturalmente. Relembre que o elemento químico é definido pelo seu número de prótons, mas existem elementos que diferem no número de nêutrons, os chamados isótopos.

Informe que é bastante comum a referência aos elementos radioativos pelo nome de “**radioisótopos**” ou “**isótopos radioativos**”.



...qualquer elemento pode ser radioativo?

## Apresentador

Congele o vídeo na imagem da Tabela Periódica e mostre o urânio, explicando que existem dois tipos de isótopos de urânio, o  $^{235}\text{U}_{92}$  e o  $^{238}\text{U}_{92}$ . Mostre que do elemento urânio para baixo estão os isótopos radioativos. Explique que o urânio  $^{238}$ , por exemplo, é mais abundante na natureza, enquanto o urânio  $^{235}$  é radioativo e usado para construir os reatores nucleares e as bombas atômicas. Assim, você tem os **isótopos estáveis** e os **instáveis**. Demonstre para os alunos que as coisas ao nosso redor possuem material radioativo.

## DATAÇÃO POR CARBONO 14: QUANTOS ANOS VOCÊ TEM?

Isótopos Radioativos

Você já viu a questão do Santo Sudário, onde queriam determinar a idade? É a técnica do carbono 14!

## Entrevistado

Para que os alunos possam compreender melhor a questão dos isótopos, explique a **técnica do carbono 14**. Lembre que há o carbono natural, que é o carbono 12, com 6 prótons e 6 nêutrons, mas que existe um tipo de carbono com 6 prótons e 8 nêutrons. Informe que nós temos o carbono 14 no nosso corpo e que isso é natural, porém, quando morremos, paramos de receber o carbono, então o nosso carbono 14 começa a decair.

## mais detalhes!

O link a seguir apresenta uma leitura interessante sobre o núcleo instável:

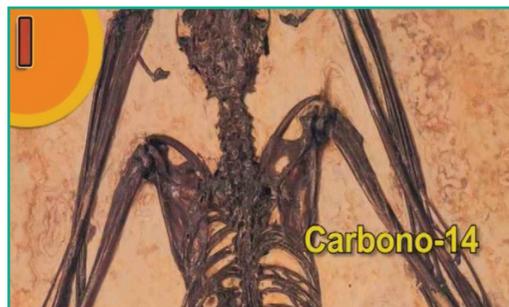
<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/nuclear/introducao.html>



## mais detalhes!

Saiba mais sobre o carbono 14 lendo o artigo de FARIAS, Robson Fernandes de, *A Química do Tempo*, Química Nova na Escola, nº 16, pág. 6-8, disponível em:

[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16\\_Ao3.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_Ao3.pdf)



Aproveite o momento do vídeo em que o apresentador mostra 5 fatos sobre a radioatividade para explicar que a **técnica do carbono 14** foi criada baseada nessa percepção de que a quantidade de carbono 14 nos tecidos orgânicos diminui a um ritmo constante com o passar do tempo. Desse modo, ao medir os valores de carbono 14 em um objeto muito antigo, é possível identificar há quanto tempo esse objeto existe. Explique que essa técnica foi usada para determinar a idade do Santo Sudário, o linho que envolveu o corpo de Jesus Cristo, sendo bastante usada também em datação de fósseis e artefatos históricos.

### MEIA-VIDA

O momento de abordagem do carbono 14 é uma ótima oportunidade para apresentar aos alunos o conceito de meia-vida. Explique que **meia-vida** é a estimativa de tempo em que a massa de um isótopo radioativo haverá decaído pela metade. É o tempo em que a amostra se reduz pela metade. Cada sucessiva meia-vida é um período de tempo em que a concentração diminui de um fator de 2. Use o exemplo do carbono 14, informando que sua meia-vida é de cerca de 5.700 anos. Isso é o mesmo que dizer, por exemplo, que 10 kg de carbono 14, após 5.700 anos, irão equivaler a 5 kg apenas. Se esperarmos mais 5.700 anos, existirão apenas 2,5 kg de carbono 14 e assim sucessivamente. O tempo de meia-vida depende diretamente do grau de instabilidade do elemento e essas variações são muito acentuadas. Há elementos cuja meia-vida pode ser de alguns minutos (isótopo iodo-131) ou até mesmo de milhões de anos (urânio 238).

É importante **diferenciar** que meia-vida não é a metade do tempo que o elemento radioativo leva para decair e desintegrar-se, o nome desse fenômeno é vida-média.

### APLICAÇÕES DA RADIOATIVIDADE

*Engana-se quem pensa que radiação só causa doenças.*

**Apresentador**

A **radioatividade** pode ser usada não apenas para fins bélicos, mas também para preservar a saúde e aumentar a qualidade de vida. Ressalte que é verdade que a lembrança da bomba atômica nos assusta, mas hoje uma aplicação comum da radioatividade é na medicina nuclear. Lembre que a utilização do cobalto 60 como fonte para a destruição de tumores cancerosos é uma

realidade. A radioatividade é bastante utilizada em diversas áreas. Na medicina, no tratamento de tumores cancerosos; na indústria, para obter energia elétrica e; na ciência, tem a finalidade de promover o estudo da organização atômica e molecular de outros elementos. Outras aplicações das radiações são: esterilização e conservação de alimentos; detecção de vazamentos em tubulações; análise de espessura de chapas e no estudo do mecanismo de reações químicas e bioquímicas.



Comente também sobre a geração de diagnósticos médicos, como o raio-X, por exemplo. Outra importante aplicação da radioatividade na saúde é na esterilização dos materiais hospitalares.

Converse com os alunos sobre essas **aplicações**, pois esse é um bom meio de aproximar a matéria do dia-a-dia deles. Para tanto, aproveite os 5 fatos apresentados no episódio e pergunte se eles sabiam sobre a aplicação da radioatividade na agricultura, permitindo estudar o crescimento de plantas e o comportamento de insetos. Explore essas informações informalmente com seus alunos, permitindo que eles citem possíveis aplicações da radioatividade. É possível que eles mencionem a geração de energia, famosa por suas usinas revestidas com grossas placas de concreto (que é, aliás, um material bastante resistente à radioatividade).

Proponha uma discussão com seus alunos sobre o uso da radioatividade e da energia nuclear pelo homem. Pergunte a eles como esse fenômeno pode ter um uso que beneficie o mundo inteiro.

Você também pode propor um momento de descontração, levando a seguinte questão para a turma: se todos os átomos possuem um potencial energético maciço e se tudo o que existe é composto de átomos, quanta energia existiria no universo se pudéssemos liberar essa energia atômica?

## mais detalhes!

Para saber mais sobre energia nuclear, leia a excelente publicação

Quanta Energia! Editada em 2010 pela Casa da Ciência. Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Instituto Ciência Hoje.

Disponível em: <http://www.casadaciencia.ufrj.br/exposicao/nuclear/files/quantaenergia.pdf>

## 2. Atividades

- a) **Oriente** seus alunos para **construírem** uma linha do tempo sobre a história da radioatividade, incluindo todos os eventos mais importantes sobre o desenvolvimento e o uso da radioatividade. Você pode combinar com eles para **elaborar** essa linha do tempo de uma forma simples através do uso de cartolinas e/ou barbantes ou, se for possível, **sugira** que usem editores de linha do tempo disponíveis na internet.
- b) Peça aos alunos para **apontar** no bairro ou cidade onde moram os locais onde a radioatividade é utilizada. Hospitais são os locais mais comuns, visto o seu uso terapêutico, mas outras instituições de pesquisa também podem ser apontadas. Você pode fazer uso de localizadores de ruas disponibilizados gratuitamente na internet para esta tarefa. Ao fim do mapeamento, uma discussão com a turma pode ser feita para demonstrar o quão próximo estamos ou não da radioatividade, diariamente.
- c) **Separe** a sua turma em grupos. Teremos aqui um fórum que irá **debater** os riscos e benefícios ligados ao uso da radioatividade. Lembre aos seus alunos a importância de cada grupo **construir** argumentos claros e bem fundamentados na matéria que eles aprenderam, assim como também podem ser **realizadas** pesquisas em livros ou internet para incrementar o trabalho. Você, professor, será o moderador deste debate, podendo no fim **levantar** os pontos mais importantes apontados por cada grupo.
- d) Sugira que os alunos assistam ao filme *Césio 137 – O pesadelo de Goiânia*, de 1991, e programe um debate sobre o filme.

## 3. Avaliação

É interessante tentar adotar uma **avaliação formativa** durante o uso desses recursos pedagógicos para que possamos orientar nossa 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 **avaliar o seu próprio trabalho** e os objetivos propostos inicialmente, reformulando e repensando ações futuras.

Os debates estabelecidos após as projeções, mesmo sendo livres, são momentos importantes para avaliar a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os questionamentos apresentados pelos alunos são importantes indicadores para determinar se os **objetivos** foram atingidos ou se haverá necessidade de aprofundar 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

Camila Welikson

Gabriel Neves

Gislaine Garcia

Design

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson