

Guia Didático do Professor

Programa
Tudo se Transforma
Marie Curie

Radioatividade

Química
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Camila Welikson

Revisão

Alessandra Archer

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: Marie Curie

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Radiatividade

Conceitos envolvidos: radiatividade.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Explicar a radioatividade através da história de Marie Curie.

Objetivos específicos:

Reconhecer a evolução das descobertas científicas relacionadas à radiação;

Descrever a descoberta de elementos radioativos;

Identificar as descobertas de Röntgen e Becquerel;

Explicar o surgimento dos raios-X;

Reconhecer os riscos e os benefícios da radiação.

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 programa *Tudo se Transforma* adota o formato de um documentário televisivo. O episódio intitulado *Marie Curie* tem como foco contar a história desta personagem e sua importância para a Química, já que ela foi a responsável pela descoberta de elementos radioativos e cunhou o nome radioatividade. Através desta biografia, o vídeo explora um pouco da história da Química e aborda acontecimentos marcantes, como a descoberta dos elementos Polônio e Rádio.

Este é um assunto que poderá instigar os alunos a fazer comentários e críticas. Deixe que eles exponham suas ideias e opiniões, desde que o façam de forma ordenada. Promova um clima de confiança, liberdade e respeito durante a dinâmica para que eles 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 deles.

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

professor!

Tente criar um clima descontraído, que permita aos alunos levantar questões sem acanhamento.

I. Desenvolvimento

Seria interessante começar a aula perguntando aos alunos se eles conhecem mulheres que tiveram uma participação importante na História. É bem provável que eles mencionem mulheres do final do século XX e início do século XXI, como a primeira mulher presidente do Brasil. Explique, então, que no século XIX, esta lista não era tão extensa e Marie Curie foi uma exceção, ocupando um lugar de destaque ao abrir as portas da ciência para o sexo feminino.

A DESCOBERTA DOS RAIOS-X

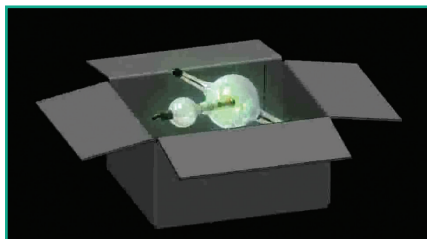
Durante os primeiros anos de casamento de Pierre e Marie, a ciência começou a se transformar radicalmente, o século XX estava chegando!

Uma das contribuições mais importantes de **Marie Curie** foi a participação no processo de descoberta da radioatividade. Essa descoberta só foi possível graças ao desenvolvimento da ciência. Explique aos seus alunos que Marie Curie, nascida Maria Skłodowska, já acompanhava essa evolução quando ainda vivia em sua terra natal, a Polônia. Quando chegou à Paris, conseguiu se matricular em Sorbonne e dali continuou a acompanhar o desenvolvimento da ciência, o que incluía a descoberta dos raios-X, realizada pelo alemão **Wilhelm Conrad Röntgen**.

Em poucas palavras, você pode explicar a seus alunos que **raios-X** são produzidos sempre que elétrons encontram um obstáculo. Röntgen fez esta descoberta por acidente. Ele estava trabalhando em uma experiência com feixes de elétrons utilizando tubo de descarga de gás. O cientista percebeu que havia uma tela fluorescente que brilhava quando o feixe de elétrons era ligado dentro de seu laboratório.

Até este ponto, não havia novidade alguma, afinal, já era sabido que, comumente, material fluorescente brilha ao reagir com radiação eletromagnética.

Congele o vídeo no momento em que aparecem imagens do experimento de Röntgen e explique que o que surpreendeu o cientista foi o fato de o tubo onde estavam sendo realizados os experimentos ser feito de papelão grosso e escuro, assim Röntgen concluiu que esse talvez seria o motivo para o bloqueio de boa parte da radiação. Diga para a turma que embora o vídeo fale que a folha de platinocianeto de bário tinha sido velada, na realidade, o que foi velado foi um filme fotográfico. A tela de platinocianeto era fosforescente e emitiu luz.



Para comprovar essa teoria, ele colocou inúmeros objetos entre o tubo e a tela. A cada novo experimento, a surpresa: a tela continuava brilhando. Ao colocar a mão na frente do tubo, viu, admirado, a silhueta de seus ossos projetada na tela fluorescente. Assim aconteceu a descoberta dos raios-X e graças a essa descoberta, Röntgen recebeu, em 1901, o primeiro prêmio Nobel da Física da História.

Pergunte aos seus alunos se eles sabem o motivo dos raios terem recebido o nome de raios-X. Diga a eles que a explicação está relacionada com a Matemática. Nesta ciência, a letra X é a designação para algo desconhecido, logo, Röntgen não hesitou em utilizar essa denominação. Curiosamente, pouco depois da descoberta, os raios passaram a ser chamados de raios de Röntgen, mas o cientista preferiu a designação inicial e esse foi o nome popularmente adotado.

BECQUEREL E A RADIAÇÃO

Após a importante descoberta dos raios-X, um cientista francês chamado **Henry Becquerel** decidiu dar continuidade a esse estudo e conseguiu obter resultados surpreendentes. Ele é hoje considerado o descobridor da radioatividade.

Aproveitando as ideias de Röntgen, o cientista envolveu filmes fotográficos em papel preto e deixou tudo em uma gaveta com sal, sulfato duplo de urânio e potássio $K_2(UO)_2(SO_4)_2$. Depois de alguns dias, ele abriu a gaveta e ficou surpreso ao perceber que os filmes estavam manchados. Como não houve nenhum contato com o sol, o cientista descartou imediatamente a hipótese de as manchas terem sido causadas por raios solares e creditou o fato a um tipo de radiação proveniente do Urânio. Para comprovar sua teoria, Becquerel realizou mais testes com outros sais e descobriu que apenas aquele contendo Urânio causava as manchas.

O cientista impressionou a comunidade científica com este estudo e recebeu o **Nobel de Física** em 1903, ao lado do **casal Curie**. Pierre e Marie Curie também receberam o prêmio porque deram continuidade a esse trabalho, buscando o elemento que gerava o fenômeno descoberto por Becquerel. Foi assim que Marie Curie descobriu, junto com seu marido, novos elementos ainda mais radioativos que o próprio Urânio.

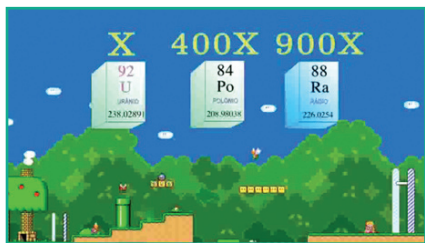
RADIOATIVIDADE E ELEMENTOS RADIOATIVOS: POLÔNIO E RÁDIO

Neste momento da aula, seria interessante destacar, através de uma linha do tempo, a velocidade dos acontecimentos. Lembre a seus alunos que os estudos de Röntgen aconteceram em 1895 e Becquerel iniciou suas pesquisas em 1896. Dois anos depois, Marie Curie percebeu que o fenômeno era algo totalmente novo e cunhou o nome **radioatividade**. Ressaltando as datas, fica fácil perceber como a ciência se desenvolvia rapidamente no final do século XIX.

mais detalhes!

Para saber mais sobre os raios-X e seu funcionamento, acesse o site *How Stuff Works?* no link <http://ciencia.hsw.uol.com.br/raios-x.htm>. Você pode acessar, também, o site e-física, através do link: <http://efisica.if.usp.br/moderna/raios-x/raios-x/>





Voltando ao ponto do descobrimento do Polônio e do Rádio, destaque a imagem que mostra o grau de radiação destes e deixe que os alunos debatam sobre a importância da descoberta desses dois últimos elementos.

Explique que Marie Curie estava estudando a estranha radiação emitida pelos compostos de Urânio e a condutividade elétrica do ar produzida por esses raios. Ao colocar um composto de Urânio perto de um objeto eletrizado, ele se descarregava; a cientista fez testes desse efeito usando um instrumento que seu marido havia inventado, um aparelho de medidas elétricas que utilizava um quartzo piezoelétrico.

Foi assim que os dois novos elementos foram descobertos. No dia 26 de dezembro daquele ano, a descoberta foi anunciada à **Academia de Ciências de Paris**. Ao lado do marido, Marie afirmou que os raios de Becquerel faziam parte de um fenômeno da natureza que deveria ser chamado de radioatividade.

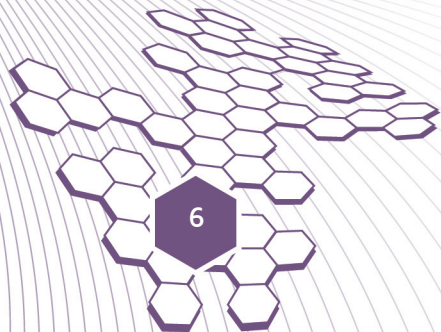
A partir de então, os esforços de Marie se concentraram na tentativa de descobrir as propriedades e, principalmente, o peso atômico dos elementos descobertos. Peça para seus alunos pesquisarem na Tabela Periódica o que foi descoberto por Marie Curie em 1902.

Apresente a seus alunos os motivos dados pela academia para, em 1911, agradecer a cientista pela segunda vez com um prêmio Nobel, desta vez, em Química: "em reconhecimento pelos seus serviços para o avanço da Química, pelo descobrimento dos elementos Rádium e Polônio, o isolamento do Rádium e o estudo da natureza dos compostos deste elemento".

OS PERIGOS DA RADIAÇÃO

Pierre Curie prendeu uma pedra com material radioativo no próprio braço. Aquilo fez uma lesão, uma úlcera, que nunca cicatrizou.

Destaque no vídeo o momento em que o entrevistado conta a história do material radioativo preso ao braço de Pierre Curie, que causou uma lesão incurável. Explique que hoje em dia todos sabem que essa é uma atitude totalmente inadequada mas, naquela época, os cientistas estavam buscando respostas e não achavam que poderiam ser prejudicados com testes aparentemente inofensivos como esse.



Lembre que Marie Curie também sofreu devido à falta de conhecimento sobre o perigo do intenso contato com isótopos radioativos. Ela, que mantinha substâncias radioativas brilhantes em seu criado mudo, contraiu o que hoje é conhecida como a doença da radiação. Em 1934, morreu de leucemia, mas é inegável que o problema de saúde estava relacionado com o **envenenamento radioativo**.

Para que seus alunos tenham noção da gravidade da doença da radiação, conte a eles que até hoje os cadernos utilizados pela pesquisadora não podem ser manuseados por permanecerem altamente radioativos.

É preciso tomar muito cuidado quando são realizados experimentos com substâncias químicas, em especial, radioativas, mas a regra vale para quaisquer substâncias, mesmo as não radioativas. É por isso que o trabalho em laboratório exige a utilização de **EPIs**, equipamentos de proteção individual.

OS BENEFÍCIOS DA RADIAÇÃO

O casal viu que aquilo poderia ter uma aplicação médica. Hoje, milhares, senão milhões de pessoas, devem a vida aos efeitos da radioterapia.

É bem provável que os alunos associem a radioatividade a algo negativo. Isso acontece porque alguns momentos trágicos da História, como o uso da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki, são associados a ela. Porém, poucas pessoas fazem a associação da radioatividade aos avanços da medicina, por exemplo.

Explique aos seus alunos que a **radioatividade** é um fenômeno químico natural que pode ser explorado de várias maneiras. O casal Curie percebeu imediatamente a importância da radioatividade para a medicina.

Durante a Primeira Guerra Mundial, Marie Curie, já viúva, passou a defender o uso da radiografia móvel no tratamento de feridos e tratou de colocar em prática suas teorias, desenvolvendo uma máquina de raios-X portátil, colocada em uma ambulância que foi dirigida por ela em direção a frente de batalha para cuidar de soldados doentes. Graças ao seu esforço, depois da guerra, a **radioterapia** começou a ser praticada, gerando um enorme avanço na medicina.

O mundo científico percebeu a importância da radioatividade e inúmeros cientistas se voltaram para estudos nessa área. A descoberta do Rádio colocou à disposição de pesquisadores uma fonte de radiação muito mais intensa do que o Urânio e o Tório, o que contribuiu para avanços significativos na Física e, também, na medicina.



ESTUDOS SOBRE RADIAÇÃO NO BRASIL

Madame Curie chegou a visitar o Brasil, atraída pela fama das águas radioativas de Lindóia.

Depois da guerra, Marie Curie voltou suas atenções para a organização do seu laboratório e a busca de verbas para novas pesquisas. Com esse propósito, visitou os Estados Unidos, onde foi recebida como grande estrela da ciência, e visitou também o Brasil, interessada em conhecer as famosas **águas radioativas de Lindóia**.

Vale a pena explorar com seus alunos a história deste lugar. Explique que a cidade de Lindóia possui fontes de água que chegam a 28° C. Um médico italiano chamado **Francisco Tozzi** chegou ao local, no interior de São Paulo, em 1900. Após ouvir histórias de doenças que foram curadas graças ao uso das águas, ele mandou amostras para serem analisadas e descobriu que realmente havia propriedades curativas ali. Vislumbrando uma fonte de renda significativa, comprou as terras ao redor das fontes de água e construiu as termas.

As termas ficaram famosas e atraíram a atenção de Marie Curie que, na época, estava justamente aprofundando suas pesquisas sobre radiação. Ela visitou o local e funcionários disseram, na época, que ficou realmente impressionada, reconhecendo que as fontes possuíam características raras.

Pesquisas posteriores indicaram que a água mineral de Lindóia atingia 3.179 maches na escala radioativa. Explique que **mache** é uma unidade de medida radioativa e o termo foi criado em homenagem ao físico austríaco Heinrich Mache. Desde 1985, a unidade foi trocada por Becquerel, em homenagem ao cientista francês mas, ainda hoje, alguns estudiosos insistem em utilizar o termo antigo. Para que os alunos entendam a dimensão deste valor, vale citar que as famosas águas de Jamichou atingem 185 maches e as fontes de Bad Gastein, na Áustria, 155.

De acordo com o **Código de Águas do Brasil**, são consideradas águas radioativas aquelas que contiverem Radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites:

- **Fracamente radioativas:** apresentam, no mínimo, um teor em Radônio compreendido entre 5 e 10 unidades mache por litro, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão;
- **Radioativas:** apresentam um teor em Radônio compreendido entre 10 e 50 unidades mache por litro, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão;
- **Fortemente radioativas:** apresentam um teor em Radônio superior a 50 unidades mache, por litro, a 20° C e 760 mm de Hg de pressão.

2. Atividades

- a) Organize um “juízo” sobre a radiação em sala de aula, levantando aspectos positivos e negativos. Divida a turma em dois grupos, o primeiro deverá pesquisar sobre os **benefícios da radiação**. Lembre aos alunos que existem outras utilizações além do uso médico. O segundo grupo deverá realizar uma pesquisa sobre os **malefícios da radiação**. Peça que eles façam um levantamento histórico destacando os momentos em que o homem usou de forma negativa esse fenômeno. Ao final do trabalho, peça que cada aluno escreva um texto pequeno com suas opiniões sobre o uso da radiação com base no que foi levantado pela turma.
- b) Peça aos alunos que destaquem na Tabela Periódica os **elementos radioativos**, apontando suas propriedades.
- c) Sugira para a turma que eles se dividam em grupos. Cada grupo deve pesquisar uma fonte de **água mineral brasileira**, destacando suas características em relação à composição química, gases, temperatura etc.

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 nosso 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 se aprofundar mais algum conhecimento.

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



4. Interdisciplinaridade

Convide o professor de História para contribuir na elaboração de uma linha do tempo para que os alunos possam situar o momento histórico das descobertas relacionadas à radioatividade e suas relações com acontecimentos mundiais.

Proponha ao professor de Geografia contribuir na localização das diferentes fontes de água mineral radioativa no Brasil e no Mundo.

Para maiores esclarecimentos sobre o uso da radioatividade na medicina a participação do professor de Biologia poderá ser solicitada.

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