

Simulação **Raios Catódicos**

Estrutura Atômica

Química
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Gabriel Neves

Tito Tortori

Revisão

Camila Welikson

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Joana Felipe

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

Simulação (Software)

Tema: Raios Catódicos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Estrutura Atômica

Conceitos envolvidos: anodo, catodo, eletrodo, ionização, raios catódicos, raios-X, tubo de Crookes.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Reconhecer a importância dos experimentos envolvendo o tubo de Crookes e os raios catódicos para a compreensão da natureza da matéria.

Objetivos específicos:

Citar William Crookes como o idealizador de experimentos com os raios catódicos;

Descrever simplificada a estrutura de um tubo de Crookes;

Definir os raios catódicos como um feixe de partículas negativas – elétrons que são “arrancados” do catodo;

Associar a pesquisa com os raios catódicos à descoberta das partículas subatômicas;

Identificar os raios-X como uma aplicação tecnológica desenvolvida a partir do estudo dos tubos catódicos;

Associar os televisores com os tubos de raios catódicos.

Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

Introdução

A simulação é um recurso pedagógico que auxilia no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que desperta no aluno o interesse pelo tema que deve ser trabalhado em aula.

Como ferramenta de auxílio, você tem em suas mãos este guia didático, concebido para que o assunto em questão seja trabalhado da melhor forma possível. Lembre-se que você deve utilizá-lo livremente, explorando-o da forma que lhe for mais proveitosa na construção do seu plano de aula.

Também é importante observar os requisitos técnicos para a utilização do software:

- Sistema operacional Windows, Macintosh ou Linux.
- Um navegador Web (Browser) que possua os seguintes recursos:
 - Plug-in Adobe Flash Player 8 ou superior instalado;
 - Recurso de Javascript habilitado pelo navegador.

professor!

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

1. Apresentação do Tema

Esse software de simulação apresentará a experiência científica fundamental para a compreensão da estrutura das partículas que compõem todas as coisas que existem no universo. Os experimentos científicos são, sem sombra de dúvida, uma das realizações mais interessantes no progresso da história da humanidade. Afinal, foi através destes testes que tivemos a possibilidade de aprender cada vez mais sobre nosso mundo.

Dentre estas experiências, a que levou à descoberta dos raios catódicos e seus efeitos em ambientes de baixa pressão é uma das mais interessantes, pois demonstrou, de forma clara, que os átomos são formados por partículas ainda menores e que, portanto, não são indivisíveis.

A partir desse experimento foi descoberto o “famoso” **raio-X**! Comente isso com os alunos e lembre que objetos muito comuns em nosso cotidiano, como televisões e computadores, também foram inventados graças aos experimentos envolvendo raios catódicos.

2. Atividades – Na Sala de Computadores

UMA DESCOBERTA BRILHANTE!

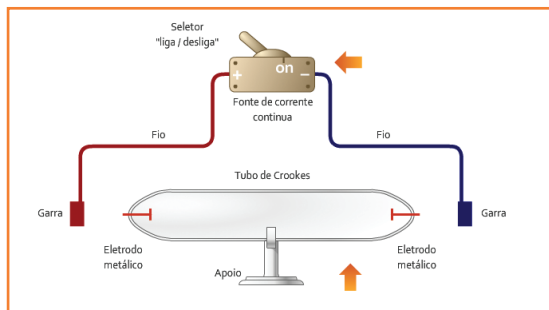
Informe aos alunos que William Crookes, um químico e físico inglês, em 1879, estava curioso quanto ao comportamento da eletricidade em gases de baixa pressão. Mas por que isso? Explique que os materiais isolantes elétricos contêm substâncias que não facilitam a condução de corrente elétrica, ou seja, do fluxo de elétrons.

Faça um intervalo para lembrar que o ar é considerado mau condutor de eletricidade (de outra forma, seríamos constantemente eletrocutados por tomadas e outras fontes). Entretanto, ainda no século XVIII, Benjamin Franklin já havia demonstrado que os relâmpagos são fenômenos elétricos. Isso levou à descoberta de que a eletricidade podia cruzar o ar!

Voltando aos experimentos de Crookes, conte que ele, sabendo que a eletricidade poderia reagir de forma interessante em ambientes gasosos, idealizou um experimento em um recipiente de vidro totalmente lacrado ligado a uma bomba de vácuo. Esse sistema permitia controlar a pressão interna do gás, tornando a atmosfera interna do tubo de vidro bastante rarefeita (um ambiente de baixa pressão). Explique para os alunos que no experimento com o tubo de **raios catódicos** não há um vácuo total, uma vez que esse estado corresponde à ausência total de matéria em um ambiente. Informe que a bomba de vácuo é capaz de

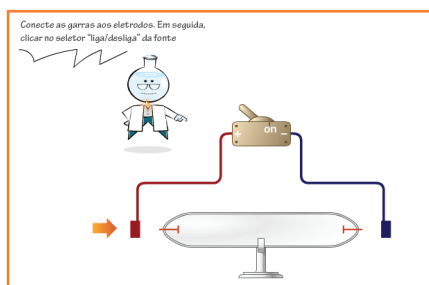
reduzir substancialmente a presença das moléculas de gás. Crookes inseriu dois **eletrodos** metálicos nos extremos deste tubo de vidro isolado, por onde a corrente elétrica circularia.

Destaque a imagem que mostra um esquema simplificado do experimento proposto pelo cientista. Peça que os alunos cliquem nas setas para ler as informações adicionais sobre o experimento.



Peça que os alunos cliquem nos eletrodos (indicados pela seta) na tela da simulação para conectar a corrente na ampola de vidro que compõe o tubo catódico ou **tubo de Crookes**.

Indique que os eletrodos são ligados a uma fonte de corrente contínua que cede energia elétrica a uma tensão de 20.000 volts. Cada eletrodo é conectado por um fio ao polo positivo ou **anodo** (contato vermelho) e ao polo negativo ou **catodo** (contato azul) da fonte elétrica.



A seguir, peça que eles cliquem no interruptor para permitir a passagem da corrente elétrica.

Retome a história de Crookes. Diga que ele ficou surpreso com o efeito ocorrido ao acionar a energia elétrica nos eletrodos: uma luz amarelo-esverdeada surgiu no meio do tubo. O que seria isso? Independente do que esse fenômeno elétrico viesse a ser, ele se emanava do eletrodo negativo ou catodo e, assim, estes raios luminosos foram chamados de raios catódicos.

dica!

Proponha que os alunos assistam ao vídeo *Radioatividade* produzido pela PUC-Rio como parte do projeto CONDIGITAL. Ele pode ser encontrado no link <http://www.youtube.com/user/cceadpuc-rio?blend=1&ob=5#psearch/o/YoEWj5cej7w>



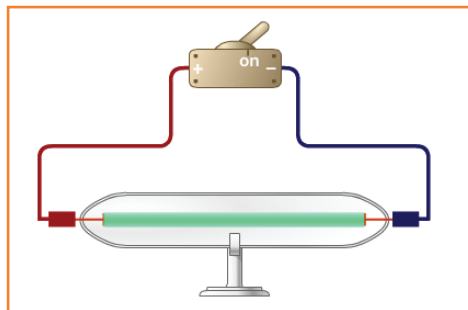
professor!

Lembre que grandes cientistas só fizeram suas descobertas graças a pesquisas de cientistas anteriores.

RAIOS CATÓDICOS

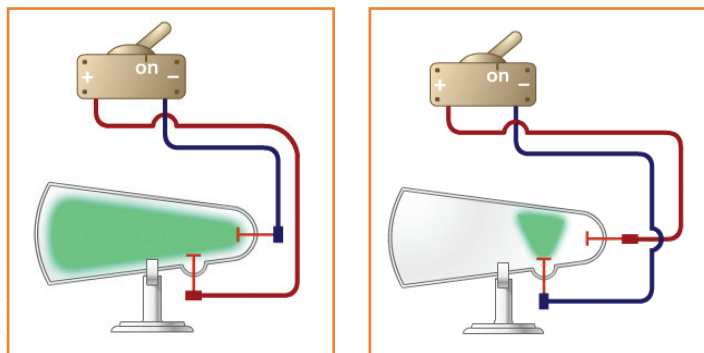
Informe aos alunos que os raios catódicos são o feixe de partículas carregadas de carga elétrica negativa que foram posteriormente denominadas de elétrons. Os elétrons, ao serem "arrancados" do catodo, produzem a **ionização** dos gases rarefeitos ao longo do tubo que gera a emissão luminescente .

Destaque que a luz verde, que segue de um eletrodo ao outro, corresponde aos raios catódicos.

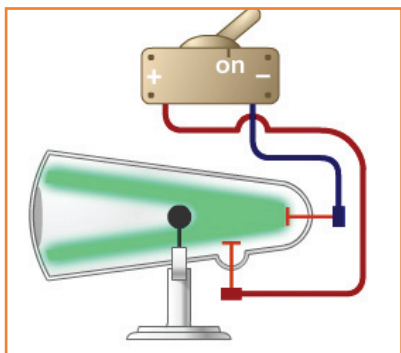


Crookes havia feito uma descoberta que ofereceu questões para outros cientistas. Era necessário explicar o que eram os raios catódicos. Assim, novos experimentos foram realizados com novos desenhos de ampolas catódicas. Cientistas como Joseph John Thomson também entraram na busca de explicações para os fenômenos catódicos.

A animação mostra que novas formas para os **tubos catódicos** foram propostas e as novas descobertas foram ampliando o entendimento sobre a natureza desse fenômeno e da composição da matéria. Explique que a simples mudança dos polos dos eletrodos mudava o comportamento dos raios catódicos.



Primeiro foi demonstrado que o **raio catódico** possui um comportamento corpuscular, ou seja, age de forma semelhante aos demais materiais que possuem massa. Isso foi determinado colocando um anteparo na frente do catodo de forma que ele obstruísse o caminho dos raios catódicos. Assim, ficou demonstrado que o anteparo formava um bloqueio impedindo, naquela posição, a propagação dos raios catódicos. Destaque a imagem da simulação que mostra esse experimento.



Outra descoberta muito importante é que os **raios catódicos** continuavam sendo emitidos independentemente do tipo de metal usado nos eletrodos ou do tipo de gás utilizado no tubo. Explique que esse fato é importante porque diz que os raios catódicos eram possivelmente constituídos de uma **partícula fundamental**, provavelmente muito menor que o próprio átomo!

EXPERIMENTO DE THOMSON

O físico britânico Joseph John Thomson, propôs uma variação do experimento de Crookes para tentar determinar a **natureza da carga elétrica** dos raios catódicos. Ele colocou duas chapas metálicas no tubo Crookes, carregando-as com uma carga elétrica bastante elevada.

Destaque para os alunos o diagrama do experimento na simulação, pedindo que eles cliquem nos dois interruptores e observem o comportamento dos raios catódicos.

Explique que as chapas metálicas estão carregadas eletricamente de acordo com o seu respectivo polo elétrico, ou seja, uma chapa carregada positivamente (vermelha) e a outra carregada negativamente (azul). Os raios catódicos, ao serem lançados nesse campo magnético, seriam manipulados por Thomson, permitindo identificar a sua natureza elétrica. O **desvio na trajetória** do raio indicaria a existência de uma carga elétrica e, caso contrário, ele seria então desprovido de carga elétrica, ou seja, seria eletricamente neutro.

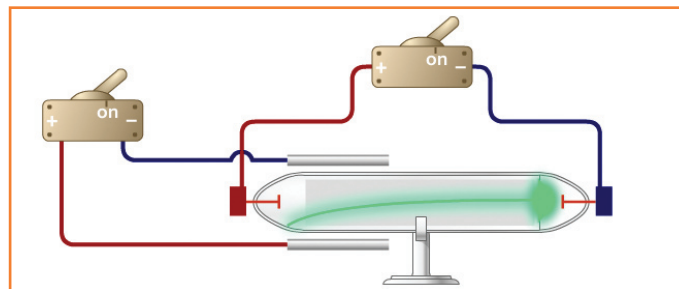
dica!

Os alunos poderão ver diferentes modelos de tubos catódicos acessando o artigo *Raios Catódicos*, publicado no site e-física, do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada - CEPA. Disponível no link http://efisica.if.usp.br/moderna/conducao-gas/cap1_o8/



dica!

Sugira para os seus alunos a leitura do texto *Estrutura atômica*, de NISENBAUM, Moisés André. Este texto faz parte de um museu virtual de Química, produzido pela PUC-Rio como parte do projeto CONDIGITAL e pode ser encontrado no link http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_estrutura_atomica.pdf



Quando Thomson acionou a corrente das chapas metálicas, uma mudança muito interessante ocorreu: os raios catódicos foram atraídos para a chapa metálica com carga positiva, indicando que possuíam carga negativa.

Os **raios catódicos foram atraídos para o polo positivo**, isso fez com que Thomson concluísse que os raios catódicos eram cargas negativas transportadas por partículas de matéria. Simplifique para a sua turma, apontando os dois fatos importantes do experimento:

- 1º- Os raios catódicos sendo **detidos pelo anteparo**: isso indica que os **raios catódicos possuem matéria** que, ao colidirem com a matéria do anteparo, foram barradas.
- 2º- Os raios catódicos sendo **atraídos pela chapa metálica com carga positiva**: isso indica que os **raios catódicos possuem carga negativa**.

Explique aos alunos que Thomson analisou estes dados e descobriu que o tamanho das partículas emitidas pelos raios catódicos era menor que a dos próprios átomos, tratando-se de uma partícula subatômica. Lembre sua turma que até então se pensava que o átomo era uma partícula indivisível; esse experimento demonstrou que os átomos são formados por componentes menores.

APLICAÇÕES DOS RAIOS CATÓDICOS

Informe aos alunos que John Thomson, da mesma forma que William Crookes e outros antes dele, havia criado novas e intrigantes perguntas. A descoberta da “partícula” dos raios catódicos, inicialmente chamada de **Corpúsculo de Thomson**, resultou na compreensão da existência dos elétrons. A identificação da existência de uma carga negativa subatômica levaria ainda à descoberta dos prótons (partículas subatômicas positivas) e nêutrons (partículas subatômicas neutras).

Você pode agora explicar que os raios catódicos são na verdade um **fluxo de elétrons** que saem naturalmente do catodo aquecido (pela corrente elétrica) para o tubo, com gases de baixa pressão. Cite que o aquecimento dos eletrodos dá energia extra

aos átomos, fazendo com que os elétrons “saltem” da camada de valência. Porém, isso deixa o átomo instável, pois os elétrons não conseguem ficar nos níveis superiores de energia e logo retornam aos níveis originais. Neste processo, a energia restante é lançada para longe, gerando energia luminosa chamada “fóton”, que pode ser observada.

Outra consequência do estudo dos raios catódicos foi a **descoberta do raio-X**, usado para a produção de radiografias. Informe aos alunos que o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen começou a realizar experimentos com os raios catódicos, mas decidiu focar em um dos aspectos que Crookes e outros cientistas não deram muita importância: a fluorescência produzida pela incidência dos raios catódicos sobre certas superfícies. Por uma coincidência, Roentgen havia deixado uma chapa fotográfica próxima ao tubo de Crookes enquanto manipulava o equipamento.

Ao colocar a mão entre a chapa e o tubo, Roentgen viu projetada uma sombra de seus ossos na parede. Isso o assustou muito, mas ao investigar o fenômeno descobriu que, ao colocar uma chapa fotográfica atrás de sua mão, era possível fotografar o que até então era invisível. O cientista tinha conseguido desenvolver uma forma de observar o interior de um ser vivo sem ter que usar um processo invasivo e prejudicial.

Conclua informando aos alunos que todos os **aparelhos televisores** atuais derivam da evolução tecnológica dos tubos catódicos.

3. Atividades Complementares

- a) Proponha que seus alunos montem uma linha do tempo que envolva as **descobertas anteriores e posteriores ao tubo de Crookes**. Considere a possibilidade de criar grupos menores e depois expor os trabalhos no mural da sala. A utilização da internet como ferramenta de pesquisa pode e deve ser incentivada nessa atividade.
- b) Divida a classe em grupos de 5 alunos. Oriente cada grupo a realizar uma pesquisa, envolvendo o **histórico das descobertas** de todas as **partículas subatômicas já observadas**. Depois, proponha que eles **desenhem um modelo de átomo** com estas partículas e discutam estes modelos.

dica!

Proponha que os alunos leiam o artigo *Raios X e Radioatividade*, de CHASSOT, Attico, publicado na revista *Química Nova na Escola*, nº 2, novembro de 1995, p. 19-22. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/historia.pdf>

professor!

Acompanhe atentamente o desenvolvimento das atividades, interferindo apenas quando necessário.



4. Avaliação

É importante considerar que o processo de avaliação deve ocorrer de **forma continuada**, tentando atender a **dimensão formativa**. O envolvimento dos alunos, assim como a participação nas atividades, são pontos importantes que devem ser registrados e considerados no **processo de avaliação**.

Um dos objetivos da avaliação é **verificar** o alcance das informações apresentadas e quais os conhecimentos adquiridos.

As situações apresentadas pelos alunos indicarão se os objetivos da aula foram atingidos. Você poderá propor, informalmente, algumas **questões** que os desafiem. Essas questões devem ser elaboradas em função do conteúdo que vem sendo estudado e do avanço do grupo em relação ao tema.

Este é um momento propício para você confirmar o que os alunos já sabem e **encorajá-los a avançar** nos estudos. Lembre-se que também é importante avaliar o **seu próprio trabalho!**

SIMULAÇÃO - SOFTWARE

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

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

Amanda Cidreira

Joana Fellipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson