



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

Uma abordagem para o Ensino de Modelos Atômicos e Radioatividade a partir da História da Ciência

Nara Fernandes Leite da Silva

Nilva Lúcia Lombardi Sales

Valéria Almeida Alves



¹ Disponível em: <https://i.pinimg.com/originals/7b/81/b6/7b81b625e7b52732fc5aa3c6ae06eb7e.png>. Acesso em: 11 maio de 2019.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

Uma abordagem para o Ensino de Modelos Atômicos e Radioatividade a partir da História da Ciência

Nara Fernandes Leite da Silva

Produto Educacional resultante da dissertação de Mestrado realizada sob orientação da Prof.^a Dra. Nilva Lúcia Lombardi Sales, e coorientação Prof.^a Dra. Valéria Almeida Alves, apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Uberaba – MG

Agosto

2019

Apresentação do Produto Educacional:
Sequência didática para o Ensino de Modelos Atômicos e Radioatividade
interligados pela História da Ciência

O material aqui apresentado é fruto do trabalho desenvolvido em um Programa de Mestrado Profissional, e tem o intuito de auxiliar os professores de química a utilizar a História da Ciência em suas aulas, a partir inicialmente de duas temáticas. Incentivando, assim, o professor empregar a História da Ciência em outros momentos, e em outros conteúdos.

A sequência didática foi elaborada para os conteúdos de modelos atômicos e radioatividade. Uma vez que esses conteúdos são trabalhados de forma fragmentada e em anos distintos do Ensino Médio, nosso objetivo foi criar a possibilidade de uma abordagem diferente para esses temas, utilizando a História da Ciência.

Ficou curioso?

Então venha conosco descobrir como elaborar e ministrar aulas desses conteúdos sem fragmentá-los.

SUMÁRIO

Tópico 1: O Fazer Científico – Atividade com a caixa preta.	6
Tópico 2: O átomo e o modelo atômico de Dalton.....	8
Tópico 3: Atividade prática de eletrização da matéria	11
Tópico 4: O Modelo Atômico de Thomson.....	13
Tópico 5: História da Radioatividade	17
Tópico 6: Modelo Atômico de Rutherford	31
Tópico 7: Rutherford e seu Modelo Atômico.....	40
Tópico 8: O Modelo Atômico de Bohr.....	44
Tópico 9: Contextualizando o modelo atômico de Bohr	48
Tópico 10: A descoberta do Nêutron.....	56
Tópico 11: Alguns conceitos importantes.	60
CONTEÚDO COMPLEMENTAR - Sugestões de respostas para as atividades propostas	73
MATERIAIS COMPLEMENTARES	82

Sequência didática para o Ensino de Modelos atômicos e Radioatividade

Ao desenvolver e aplicar essa sequência didática, temos como objetivo salientar a História da Ciência ao trabalharmos os conteúdos de modelos atômicos e radioatividade, com a finalidade de fazer o aluno compreender que a ciência não desenvolve sozinha, e nem tão pouco isolada de fatores políticos, históricos e sociais.

A sequência didática foi desenvolvida para alunos do 1º ano do Ensino Médio, e deverá ser aplicada quando o conteúdo de Modelos Atômicos for apresentado a eles. Prevê para cada aula, atividades para contextualizar os conceitos abordados, tais como, atividades práticas demonstrativas, textos com informações científicas e históricas, vídeos, e discussões, a partir de questões, sobre tais conceitos.

Os textos que aparecem ao longo da sequência foram estruturados com base em trabalhos e artigos já existentes na literatura sobre os referidos personagens abordados. Da mesma forma, as atividades usadas nas aulas demonstrativas e os vídeos também já estão disponíveis na internet e em revistas da área de Ensino de Ciências.

A sequência está distribuída em 12 tópicos que contém orientações sobre as aulas, que podem ser desenvolvidas individualmente, em grupos, ou da forma como o professor desejar. Enfatizamos que essa sequência é apenas uma maneira de se trabalhar esses conteúdos, podendo então sofrer alterações de acordo com a necessidade de cada cenário escolar, ficando também a critério do professor a forma como aplicar e avaliar as atividades propostas.

Tópico 1: O Fazer Científico – Atividade com a caixa preta.

Esta aula tem como objetivo fazer o aluno compreender e vivenciar como ocorre o fazer científico. Para isso produzimos uma caixa encapada com papel preto, com quatro pequenos furos e um objeto dentro dela (utilizamos uma tampa de marca texto, mas podem ser utilizados qualquer material), como mostramos a seguir:

Figura 1 - Caixa preta



Fonte: da autora, 2018.

Sugerimos que a atividade seja feita em grupo, e em qualquer espaço da escola (fizemos no laboratório de ciências). Com a sala em ordem distribuímos uma caixa para cada grupo analisar e identificar qual o objeto havia dentro dela sem violá-la. Utilizamos como argumento que “a partir daquele momento, eles deveriam se portar como cientistas que viviam no passado, e por isso detinham somente do tato, visão, olfato e paladar para identificar o objeto”. Após essa análise pedimos para que os grupos desenhassem em um papel o objeto por eles observado e descrevessem suas características. Em seguida começamos a socializar qual objeto estava dentro da caixa. Ao final sugerimos ao professor fazer as seguintes perguntas ao aluno:

- Vocês possuem certeza que o objeto que está dentro da caixa é o que vocês desenharam no papel?
- Vocês não conseguem e nem podem abrir ou violar a caixa, assim como comprovariam para alguém que o objeto que vocês afirmam estar dentro da caixa, é realmente o que vocês dizem?

Essas perguntas servem para auxiliar o professor na discussão com os alunos sobre o fazer científico, que de acordo com o diálogo gerado tem condições de mostrar ao aluno que a

ciência convive com as incertezas, e que nem sempre consegue violar suas “caixas pretas”. Trazendo o aluno para o contexto do estudo do átomo, uma vez que mesmo ainda é um mistério para todos nós.

NOTA AO PROFESSOR: O discurso acima é sugerido para darmos continuidade na sequência de ensino. Duração desta aula 50 minutos. Como a atividade foi realizada em grupo confeccionamos quatro caixas pretas.

Tópico 2: O átomo e o modelo atômico de Dalton

Para esta aula sugerimos que o professor inicie uma conversa com os alunos perguntando se eles sabem do que é constituído a matéria, fazendo um diagnóstico do conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto. Após começamos a aula expositiva com a origem da palavra átomo, e apresentação dos primeiros filósofos gregos que discutiram sobre a constituição da matéria. Os filósofos que citamos foram Leucipo e Demócrito, Epicuro e Lucrécio, Tales de Mileto, Anaxímenes, Heráclito e Aristóteles. Em seguida apresentamos a eles Dalton, que foi a primeira pessoa a retomar esses estudos muitos séculos depois. Nesta parte da aula trabalhamos com um texto que conta um pouco do contexto vivido por Dalton naquela época. Apresentamos o texto a seguir na página 9.

Para a leitura do texto os alunos podem se revezar, e quando necessário intervíamos com alguma explicação ou comentário. Terminado a leitura do texto explicamos como Dalton propõem o seu modelo para o átomo, seguido de seus postulados. Para encerrarmos, pode-se aplicar uma atividade em grupo, dupla ou individualmente para os alunos, a atividade está inserida no final do texto.

NOTA AO PROFESSOR: As aulas em que falamos sobre os filósofos gregos, o modelo, e postulados de Dalton foram expositivas e utilizamos informações do livro didático utilizado pela escola. Para a realização desta aula foram necessárias duas aulas de 50 minutos cada.

Dalton e suas ideias sobre os átomos

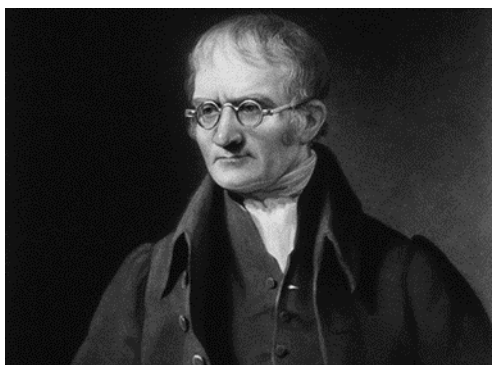


Imagem 1: Dalton

Iremos entrar no túnel do tempo para entendermos como surgiu a Teoria Atômica de Dalton.

John Dalton, inglês, nasceu em 6 de setembro de 1766, em uma casa de sólida formação religiosa. Aos 6 anos de idade foi matriculado na única escola da vila, onde tinha aulas de ciências. Aos 12 anos começou a dar aulas em uma escola montada em sua casa. Aos 14 anos fechou sua escola e foi dar aulas de Ciências Naturais na cidade de Kendal.

Aos 26 anos descobriu que sofria de uma anomalia visual da qual enxergava tudo em tons azulados, devido a seus intensos estudos sobre esta anomalia, que recebeu o nome de daltonismo.

Os estudos de Dalton foram focados inicialmente em Meteorologia, tal interesse se deu devido ao clima inconstante de onde vivia. Ele se interessava por temas como a solubilidade dos gases na água, a água contida como vapor na atmosfera e pela expansão do vapor por ação do calor.

Após Kendal, Dalton se mudou para Manchester, cidade já dominada pela máquina a vapor (máquina que utiliza o vapor, liberado pela queima de combustível, em trabalho mecânico). Isto influenciou Dalton a escrever um dos seus primeiros trabalhos na Sociedade Literária e Filosófica de Manchester, intitulado de “Ensaio experimental para determinar a expansão de gases pelo calor, (...), com observações sobre os motores a vapor comuns e aprimorados”. A partir de 1801, depois dos seus estudos sobre as diferentes solubilidades dos gases na água, é que Dalton vai construir sua proposta sobre o átomo.

Sua primeira proposta foi apresentada em 1803. Em 1804 o químico, Dr. Thomas Thomson, visitou Dalton se inteirou de sua teoria, e viu a importância que tinha para a Química, uma vez que a partir dela se conseguia explicar a Leis Ponderais propostas por Lavoisier e Proust. Assim Dalton tem sua teoria publicada no livro de Thomson, “Um sistema de química”, em que tem a partir daí sua teoria expandida. Com essa repercussão Dalton fez conferência em Glasgow e Edinburgo, no Reino Unido, e escreveu o livro “A new System of Chemical Philosophy” (Novo Sistema de Filosofia Química), que foi publicado em 1808.

A aceitação do modelo atômico de Dalton ilustra a influência de fatores sociais e políticos da época que eram presentes nas decisões da comunidade científica. O químico francês

Marcelin Pierre Eugène Berthelot (1827-1907), era um político influente que ocupava cargos de destaque no governo, e combateu o atomismo. No Boletim da Sociedade de Química de Paris, registrava-se que os químicos franceses se dividiam entre os atomistas e os contrários ao atomismo. No congresso de Karlsruhe, Alemanha, havia o predomínio da rivalidade entre nacionalidades, os franceses tinham uma posição conservadora contra o atomismo, e os químicos alemães tinham posturas progressistas aceitando as ideias atomistas. Apesar dessa divergência de ideias, ao longo do século XIX a teoria de Dalton sobre o átomo começa a ganhar mais adeptos sendo então ampliada. Assim, no final do século XIX, a teoria do modelo atômico de Dalton passou a constituir a base dos demais modelos usados na química, e a partir dela ocorre a dinamização das indústrias químicas dos corantes, fármacos e dos explosivos na Alemanha contra as velhas indústrias de Manchester, na Inglaterra.

O texto foi elaborado de acordo com as referências:

FERREIRA, Ricardo. Nota sobre as origens da Teoria Atômica de Dalton. **Química Nova**, São Paulo, v. 10, n. 03, p.204-207, 01 fev. 1987.

FILGUEIRAS, Carlos Alberto L.. Duzentos anos da Teoria Atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 20, n. 7, p.38-44, nov. 2004.

LOBATO, César de Barros. **Misturas e combinações químicas dos gases**: Estudos e aplicações atômicas de John Dalton (1766 - 1844). 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

VIANA, Hélio Elael Bonini. **A Construção da Teoria Atômica de Dalton como estudo de caso**: e algumas reflexões para o ensino de química. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FONTE DA IMAGEM:

Imagem1: Fonte:<https://seuhistory.com/hoje-na-historia/nasce-john-dalton-o-precursor-da-teoria-atomica>

ATIVIDADE SOBRE DALTON

Considere as discussões realizadas na aula e as informações presentes nesse texto para discutir e responder, coletivamente, as questões a seguir:

- 1) O que você acha que motivou Dalton a criar um modelo atômico?
- 2) A partir do que você estudou sobre, diga como o modelo de Dalton explica as Leis Ponderais.
- 3) Você acha que o modelo atômico de Dalton é útil? Por quê?

Tópico 3: Atividade prática de eletrização da matéria

Para introduzir as discussões sobre o modelo atômico de Thomson propomos a, realização de uma atividade prática de eletrização da matéria. Com isso mantemos a proposta de apresentar aos alunos os conhecimentos do contexto da época em que o modelo atômico foi desenvolvido. Sugerimos organizar os alunos em grupos na sala de aula e distribuir o material abaixo:

MATERIAIS:

- Canudos de plásticos;
- Um pedaço de folha de seda;
- Um pedaço de barbante;
- Pedacinhos bem pequenos de folhas de seda.

Distribuído o material orientamos os grupos com as ações que deveriam executar:

1. Atritem o pedaço maior de folha de seda em um canudo, após, aproxime o canudo dos pedaços pequenos de papel de seda e observe.

Figura 2a

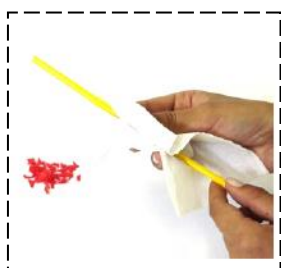
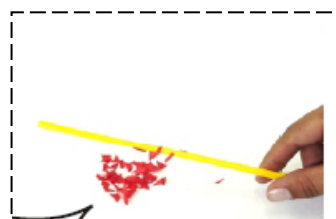
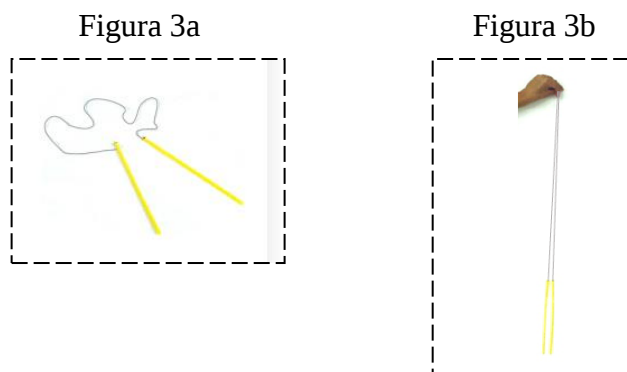


Figura 2b



Fonte: Nunes e Arantes, 2009, p. 1.

2. Amarre dois canudos no pedaço de barbante, cada um em uma ponta. Agora esfregue a folha de seda nos dois canudos, feito isso, segure no meio do barbante com a finalidade de tentar juntar os canudos. Observe.



Fonte: Nunes e Arantes, 2009, p. 1.

3. Sugestão de desafio: enquanto os alunos desenvolviam a prática, atrimos um pedaço de papel de seda em um canudo e colocamos ele na parede, o qual ficou grudado. Assim terminado a prática desafiamos os alunos a “pregarem o canudo na parede” como se fosse “mágica”.

Terminado esse momento de descontração pedimos para os grupos responderem algumas perguntas relacionadas a atividade desenvolvida.

ATIVIDADES

- 1) O que vocês observaram? Descreva o que observaram em cada atividade.
- 2) Como vocês podem explicar os fenômenos observados?
- 3) Vocês acham que esses fenômenos têm alguma relação com a constituição da matéria?
- 4) Considerando sua resposta anterior vocês acham que o modelo atômico proposto por Dalton é o suficiente para explicar esses fenômenos? Em caso afirmativo, justifique, ou em caso negativo proponha uma estrutura para o átomo que possa justificar.

NOTA AO PROFESSOR: A última pergunta dará suporte para continuarmos a sequência didática e introduzirmos o modelo atômico proposto por Thomson. Essa atividade foi realizada em uma aula de 50 minutos. As imagens acima foram retiradas do material de apoio Física em Casa.

Tópico 4: O Modelo Atômico de Thomson

Nesta aula voltamos a pergunta da aula anterior: o modelo atômico proposto por Dalton consegue responder o fenômeno observado na aula prática com os canudos e o papel de seda? Após as opiniões dos alunos expostas, nós, sem comentarmos nada, distribuímos um texto que contém um pouco da história de Joseph Jon Thomson. Organizamos os alunos em dupla para a leitura desse texto que é mostrado adiante na página 14.

Depois da leitura aplicamos uma atividade que é composta por três questões referente ao texto, que se encontra no final do mesmo.

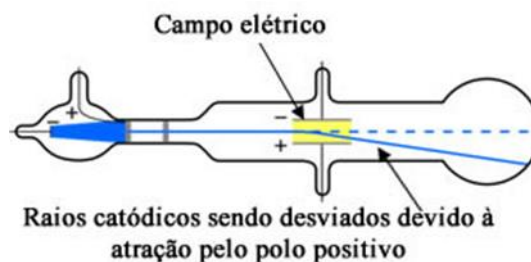
NOTA AO PROFESSOR: Ao final da leitura enfatizamos com os alunos que o modelo de Dalton já não era mais aplicável para os estudos que estavam em evidência, por isso surge um outro modelo, para explicar as propriedades já conhecida da matéria naquela época. Utilizamos uma aula de 50 minutos.

Um pouco da história e do modelo atômico de Thomson

Joseph John Thomson, nasceu na Inglaterra, em 18 de dezembro de 1856 e morreu em 30 de agosto de 1940 em Cambridge. Perdeu seu pai, que era livreiro e editor, aos 16 anos de idade. Thomson viveu maior parte de sua vida em Cambridge, onde estudou matemática na Universidade de Cambridge. A princípio seu percurso acadêmico se iniciou aos 14 anos em Manchester, no Owens College, onde cursava engenharia por orientação de seu pai. Lá teve excelentes professores que incentivaram sua ida para Cambridge. No Owens College, Thomson despertou um interesse pela física, em particular pelas combinações químicas e pelas teorias atômicas da matéria, principalmente as de Dalton. Em 1906 ganhou o Prêmio Nobel de Física, pelos seus trabalhos sobre a condução de eletricidade em gases, e foi presidente da Royal Society de Londres entre 1915 e 1920.

O modelo atômico de Dalton foi sustentado por um bom tempo, uma vez que conseguia fazer boas previsões sobre as propriedades dos gases e cálculos de concentração de soluções, porém não era suficiente para explicar as propriedades das substâncias. Thomson recebeu grande destaque ao propor o seu modelo atômico, porque conseguiu adaptar suas ideias às pesquisas em evidências na época em que vivia, em particular aquelas envolvendo propriedades elétricas. Ele tentava procurar algo para entender a valência e as propriedades periódicas, desta forma Thomson busca outros estudos para estabelecer suas investigações. Encontra nos trabalhos com tubos de descarga de gases, de William Crookes, uma base para suas análises. O também inglês William Crookes (1832-1919), inventou uma ampola de raios catódicos, essa ampola continha um gás ou ar em baixa pressão, que quando submetido a uma corrente elétrica, produzia raios luminosos que saíam da extremidade onde estava o polo negativo da fonte de alta tensão, para a outra extremidade de polo positivo. Para Crookes esses raios seriam um fluxo de moléculas. Esses raios foram estudados por diversos pesquisadores da época como Rutherford, Roentgen, Becquerel e outros. A partir desses conhecimentos Thomson testou tubos contendo quatro diferentes gases e utilizou três metais diferentes na constituição dos eletrodos, e obteve sempre os mesmos valores para a razão massa/carga das partículas desses raios. De acordo com isso observou que os raios catódicos eram os mesmos, independente, da composição do metal utilizado, ou do gás na válvula.

Imagem 1: experimento de Thomson



Isso o fez afirmar que todos os elementos têm um constituinte universal, o elétron. Esse nome, elétron, foi proposto pelo físico irlandês George Johnstone Stoney (1826-1911), para identificar a unidade natural da eletricidade, em 1891. Contudo tal unidade ainda não era muito bem conhecida e/ou estudada nessa época. Diante dessas evidências Thomson propôs:



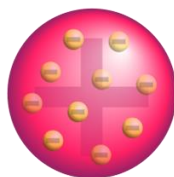
Imagem 2: Thomson

“A ideia que os átomos dos elementos consistem em um número de corpúsculos eletricamente negativos englobados numa esfera uniformemente positiva, sugere, dentre outros problemas matemáticos interessantes, o único discutido nesse artigo – o movimento de um anel com n partículas eletricamente negativas localizado numa esfera eletricamente uniformemente”.

Ele ainda disse que os elétrons seriam os responsáveis por toda ou maior parte da massa do átomo.

Nos livros didáticos é comum fazer uma analogia desse modelo ao pudim de passas, comida típica inglesa, que não é muito conhecida por aqui. Outra analogia possível seria com o panetone, no qual os elétrons seriam as frutas cristalizadas presentes na massa do panetone que seria a parte positiva do átomo.

Imagem 3: “Modelo Atômico de Thomson



O texto foi elaborado de acordo com as referências:

OLIVEIRA, Gustavo Santana de. **História da ciência e ensino**: análise do seu uso e incentivo a utilização. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

LOPES., Cesar Valmor Machado. **Modelos atômicos no início do século XX**: da física clássica à introdução da física quântica. 2009. 173 f. Tese (Doutorado) - Curso de História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

FONTES DA IMAGEM

IMAGEM 1: <https://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/experimento-de-homson.jpg>

IMAGEM 2: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0172219006000573-gr1.jpg>

IMAGEM3: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/ff/Plum_pudding_atom.svg/220px-plum_pudding_atom.svg.png

ATIVIDADE SOBRE THOMSON

- 1) Você acha que o modelo atômico de Dalton poderia explicar as propriedades da matéria que Thomson pesquisava?
- 2) Diga com suas palavras as diferenças dos modelos atômicos propostos por Dalton e Thomson.
- 3) A partir do que você estudou até aqui, qual foi a contribuição para a ciência do modelo atômico proposto por Thomson?

Tópico 5: História da Radioatividade

Consideramos essa aula a peça chave para a integração dos temas de modelos atômicos e radioatividade, é a partir dela que o aluno entenderá o quanto esses conteúdos estão interligados. Para essa aula utilizamos de recursos multimídia como data Show e notebook. Essa aula pode ser desenvolvida em qualquer espaço da escola. Compartilhamos aqui os slides que utilizamos para ilustrar como abordamos essa discussão. Em um determinado momento, quando falávamos do brilho visto pelos cientistas nos materiais que eles estudavam, fizemos uma simulação com luz negra e alguns materiais fluorescentes para que os alunos tivessem, pelo menos, uma ideia do tipo de observação da época. Fica a critério do professor se ele irá ou não incluir nesse momento alguma discussão sobre fenômenos como fluorescência e fosforescência. Nós optamos por diferenciar conceitualmente esses fenômenos de forma simples. Essa atividade é mostrada logo após os slides.



2

ERA UMA VEZ....

WILHELM CONRAD ROENTGEN, UM FÍSICO ALEMÃO QUE EM NOVEMBRO DE 1895, SURPREENDEU O MUNDO AO ANUNCIAR A DESCOBERTA DE UM "NOVO TIPO DE RAIOS" E QUE ERA POSSÍVEL ATRAVÉS DELE "VER" DENTRO DO CORPO HUMANO.



1845 - 1923

Imagem 1

3

TENTAVA....

- DISCUTIR A NATUREZA DOS RAIOS CATÓDICOS, E RESOLVE REPETIR OS EXPERIMENTOS DE PHILIPP LENARD (1862 – 1947) COM TUBOS DE RAIOS CATÓDICOS COBERTOS COM PAPEL NEGRO.
- REALIZANDO SEU EXPERIMENTO POR DIVERSAS VEZES NA TENTATIVA DE FORMAR SOMBRAS NA TELA, ELE CONSEGUE OBSERVAR A IMAGEM DE SEUS OSSOS NO ANTEPARO, A QUAL ELE REGISTRA EM CHAPAS FOTOGRÁFICAS.

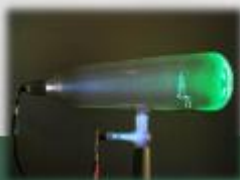


Imagem 2

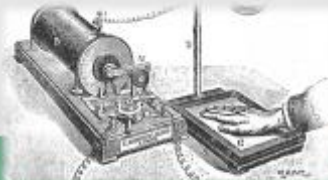


Imagem 3

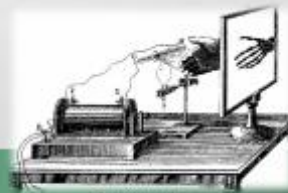


Imagem 4

4



Imagem 5

- ASSIM REGISTRA A FAMOSA IMAGEM DA MÃO DE SUA ESPOSA COM UM ANEL.
- ESSE FATO SEGUNDO ELE ERA PROVOCADO POR RAIOS DESCONHECIDOS QUE ELE PASSOU A CHAMAR DE X.
- GANHOU O NOBEL DE FÍSICA EM 1901 POR ESSES TRABALHOS.

5

SE PASSOU UM ANO.....

- QUANDO ANTONIE HENRI BECQUEREL SE INTERESSOU PELA DESCOBERTA DOS RAIOS X DEVIDO À POSSÍVEL RELAÇÃO ENTRE A FLUORESCÊNCIA E FOSFORESCÊNCIA, QUE SÃO PROCESSOS ONDE UM MATERIAL ABSORVE LUZ EM UMA DETERMINADA "ENERGIA - COR" E A EMITE EM OUTRA "ENERGIA - COR".
- BECQUEREL PROCUROU ESTUDAR O CAMINHO INVERSO AO OBSERVADO POR ROENTGEN, OU SEJA, SE AS SUBSTÂNCIAS FLUORESCENTES OU FOSFORESCENTES SERIAM CAPAZES DE EMITIR POR SI PRÓPRIOS OS RAIOS X.

FOI ASSIM QUE...

6

- NO ANO DE 1886 AO PERCEBER QUE CERTA QUANTIDADE DE SAIS DE URÂNIO CONSEGUIA IMPRESSIONAR CHAPAS FOTOGRÁFICAS, ELE DESCOBRE ALGO MAIS PODEROSO E MISTERIOSO QUE OS RAIOS DE ROENTGEN.



Imagem 6

E...

PORTANTO, OS "RAIOS DE URÂNIO" TINHAM LIGAÇÃO COM UM TIPO DE FOSFORESCÊNCIA INVISÍVEL E CONCLUIU QUE OS EFEITOS INESPERADOS POR ESSES RAIOS SÓ PODIAM SER DEVIDOS A ESSE FENÔMENO QUE FOI CHAMADO DEPOIS DE RAIOS DE BECQUEREL.

7



Imagem 7

8

EM 1899...

- ERNEST RUTHERFORD, INICIOU SEUS ESTUDOS A FIM DE DESVENDAR A NATUREZA DOS RAIOS DE BECQUEREL.



Imagem 8

9

JUNTAMENTE COM...

- OUTROS CIENTISTAS DA ÉPOCA LANÇARAM-SE NA PESQUISA PARA ENTENDER MELHOR ESSE PROCESSO. EM DESTAQUE O CASAL PIERRE CURIE (1859 – 1906) E MARIE SKŁODOWSKA CURIE (1867 – 1934), NA FRANÇA.



Imagem 9

10

- JUNTOS DESCOBRIRAM QUE A CHAPA FOTOGRÁFICA FICAVA IMPRESSIONADA DEVIDO AOS "RAIOS" QUE OS SAIS DE URÂNIO LIBERAVAM.
- MARIE CURIE ESTUDOU CUIDADOSAMENTE A ATIVIDADE DE DIVERSOS COMPOSTOS DE URÂNIO E DE TÓRIO, CONCLUINDO QUE AS INTENSIDADES DAS RADIAÇÕES EMITIDAS ERAM PROPORCIONAIS ÀS QUANTIDADES DE URÂNIO E DE TÓRIO EXISTENTES NOS COMPOSTOS, NÃO INTERESSANDO A NATUREZA DO COMPOSTO.

11

CONCLUIU ENTÃO

- QUE AQUELE FENÔMENO NÃO ERA PROPRIEDADE DOS COMPOSTOS DAQUELES METAIS, E SIM QUE ERA PRÓPRIO DO URÂNIO, OU SEJA, ERA UM FENÔMENO ATÔMICO, OS QUAIS CERTOS ELEMENTOS QUÍMICOS ESTÃO SUJEITOS A EMITIREM RADIAÇÃO, CARACTERÍSTICO DOS ÁTOMOS DESSES METAIS.
- ESTA RADIAÇÃO, INICIALMENTE CONHECIDA COMO RAIOS DE BECQUEREL, FOI CHAMADA DE RADIOATIVIDADE POR MARIE SKŁODOWSKA CURIE EM 1898.

12

MUITO ENVOLVIDOS COM A PESQUISA...

- DECIDIRAM INVESTIGAR VÁRIOS MINERAIS, E INICIARAM POR UM MINÉRIO CHAMADO PECHBLENDA, TAMBÉM CONHECIDO COMO URANINITA, OU SIMPLEMENTE ÓXIDO DE URÂNIO, QUE CONTÉM URÂNIO, ALÉM DE BISMUTO, BÁRIO E CHUMBO.
- QUANDO SEPARADOS PERCEBERAM QUE O URÂNIO APRESENTAVA UMA ATIVIDADE DE EMISSÃO DE “RAIOS”, E QUE O BÁRIO E O BISMUTO TAMBÉM TINHAM UMA ATIVIDADE SEMELHANTE.



Imagem 10

PORÉM...

13

ESSES ELEMENTOS (BÁRIO E BISMUTO) JÁ ERAM CONHECIDOS POR ELES E TINHAM CERTEZA QUE OS MESMOS NÃO APRESENTAVAM ESSE TIPO DE ATIVIDADE. ENTÃO SUPUSERAM QUE HAVIAM NOVOS ELEMENTOS NAQUELA AMOSTRA, QUE APÓS SEREM ISOLADOS FORAM NOMEADOS DE RÁDIO E POLÔNIO.



Imagem 11

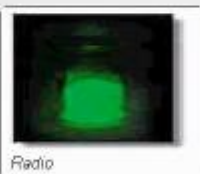


Imagem 12

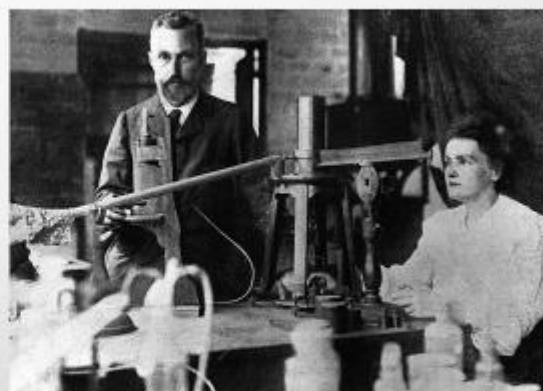


Imagem 13

14

NA MESMA ÉPOCA

- ANDRÉ-LOUIS DEBIERNE DESCOBRIU, TRABALHANDO COM RESÍDUOS DE URÂNIO DO CASAL CURIE, UM NOVO ELEMENTO RADIOATIVO, DENOMINADO ACTÍNIO.

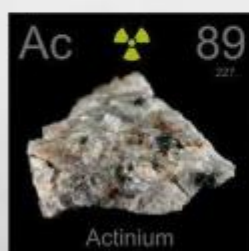


Imagem 14



Imagem 15

15

EM 1901...

- TAMBÉM DEBIERNE VERIFICOU UM GÁS COM PROPRIEDADES RADIOATIVAS ORIGINÁRIAS DO RÁDIO. A ESSE GÁS QUE FOI NOMEADO POR EMANAÇÃO DE RÁDIO, HOJE, SE TRATA DO GÁS NOBRE RADÔNIO.



Imagem 16

16

COM TODOS ESSES TRABALHOS



Imagem 17

- EM 1903 O CASAL CURIE JUNTAMENTE COM HENRI BECQUEREL FORAM LAUREADOS COM O PRÊMIO NOBEL DE FÍSICA. A NATUREZA E A DIVERSIDADE DAS RADIAÇÕES EMITIDAS POR MATERIAIS RADIOATIVOS FOI SENDO GRADUALMENTE ESTABELECIDADA.
- EM 1911 MARIE CURIE GANHOU O NOBEL DE QUÍMICA E SE TORNOU A PRIMEIRA MULHER A GANHAR ESSE PRÊMIO.

17

FIM

18

MATANDO A CURIOSIDADE

- FLUORESCÊNCIA É QUANDO A SUBSTÂNCIA EMITE LUZ ENQUANTO ESTIVER RECEBENDO LUZ DE ALGUMA OUTRA FONTE.
- FOSFORESCÊNCIA É QUANDO A SUBSTÂNCIA CONTINUA A EMITIR LUZ DURANTE UM TEMPO, MESMO DEPOIS DE DEIXAR DE SER ILUMINADA.



Imagem 18



Imagem 19

19

FONTES E BIBLIOGRAFIAS

- MARQUES, DEIVIDI MARCIO. **AS INVESTIGAÇÕES DE ERNEST RUTHERFORD SOBRE A ESTRUTURA DA MATÉRIA. CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA.** 2006. 182 F. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – CURSO DE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, FACULDADE DE CIÊNCIAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BAURU, 2006.
- MOURA, CRISTIANO BARBOSA DE. **DISCUTINDO A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO, UM CAMINHO A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS ATÔMICOS.** 2014. 155 F. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – CURSO DE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO, CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA, RIO DE JANEIRO, 2014.
- PINTO, GIOVANA TEIXEIRA; MARQUES, DEIVIDI MARCIO. UMA PROPOSTA DIDÁTICA NA UTILIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO, A RADIOATIVIDADE E O COTIDIANO. **HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO. CONSTRUINDO INTERFACES.** SÃO PAULO, V. 1, N. 1, P.27-57, 2010.

20

- IMAGEM 1: WILHELM CONRAD ROENTGEN. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.AKISRX.COM/GIFDWE/WILHEL2.GIF](http://www.akisrx.com/gifdwe/wilhel2.gif). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 2: TUBOS DE RAIOS CATÓDICOS. CIÊNCIA HOJE, MUITO APLICADA POUCO DIVULGADA. DISPONÍVEL EM: [WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR](http://www.cienciahoje.org.br). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 3: EXPERIMENTO DE ROENTGEN. FÍSICA MODERNA. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://BR.PINTEREST.COM/PIN/182114378636675351/](https://br.pinterest.com/pin/182114378636675351/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 4: RAIOS X. DISPONÍVEL EM: [HTTP://PROYECTOIDS.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/1895/07/IMG-5.PNG](http://proyectoidis.org/wp-content/uploads/1895/07/img-5.png). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 5: RAIOS X. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.APALADEWALSH.COM/2015/11/O-CINEMA-AOS-RAIOS-X/](https://www.apaladewalsh.com/2015/11/o-cinema-aos-raios-x/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 6: ANTONIE HENRI BECQUEREL. DISPONÍVEL EM: [HTTP://CABINEDOTEMPO.COM.BR/HISTORIA-2/CABINE-HISTORICA/CABINE-HISTORICA-VIAGEM-AO-PASSADO-DO-DIA-01-DE-MARCO-A-DESCOBERTA-DA-RADIOATIVIDADE/](http://cabinedotempo.com.br/historia-2/cabine-historica/cabine-historica-viagem-ao-passado-do-dia-01-de-marco-a-descoberta-da-radioatividade/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.

21

- IMAGEM 7: ANTONIE HENRI BECQUEREL. DISPONÍVEL EM: [HTTP://CABINEDOTEMPO.COM.BR/HISTORIA-2/CABINE-HISTORICA/CABINE-HISTORICA-VIAGEM-AO-PASSADO-DO-DIA-01-DE-MARCO-A-DESCOBERTA-DA-RADIOATIVIDADE/](http://cabinedotempo.com.br/historia-2/cabine-historica/cabine-historica-viagem-ao-passado-do-dia-01-de-marco-a-descoberta-da-radioatividade/). ACESSO EM 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 8: ERNEST RUTHERFORD. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.ODT.CO.NZ/LIFESTYLE/MAGAZINE/RUTHERFORD-HE-CHANGED-WAY-WE-VIEW-NATURE](https://www.odt.co.nz/lifestyle/magazine/rutherford-he-changed-way-we-view-nature). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 9: CASAL CURIE. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://QUIMICALIVRE.WORDPRESS.COM/2011/12/18/RADIOATIVIDADE/](https://quimicalivre.wordpress.com/2011/12/18/radioatividade/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 10: PECHBLENDA. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://CA.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/URANINITA](https://ca.wikipedia.org/wiki/uraninita). ACESSO EM : 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 11: POLÔNIO. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.PROFPC.COM.BR/CONTAMINA%C3%A7%C3%A3O_ARAFAT_POL%C3%B4NIO.HTM](https://www.profp.com.br/contamina%C3%A7%C3%A3o_arafat_pol%C3%B4nio.htm). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 12: RÁDIO. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.MONOGRAFIAS.COM/TRABAJOS52/TABLA-PERIODICA/TABLA-PERIODICA2.SHTML](https://www.monografias.com/trabajos52/tabla-periodica/tabla-periodica2.shtml). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.

22

- IMAGEM 13. CASAL CURIE. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://SUPERABRIL.COM.BR/HISTORIA/O-CASAL-CURIE/](https://super.abril.com.br/historia/o-casal-curie/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 14. ACTÍNIO. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://BR.PINTEREST.COM/PIN/256001560041948048/](https://br.pinterest.com/pin/256001560041948048/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 15. ANDRÉ-LOUIS DEBIERNE. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.WORLDOFCHEMICALS.COM/337/CHEMISTRY-ARTICLES/ANDRE-LOUIS-DEBIERNE-DISCOVERER-OF-ACTINIUM-ELEMENT.HTML](https://www.worldofchemicals.com/337/CHEMISTRY-ARTICLES/ANDRE-LOUIS-DEBIERNE-DISCOVERER-OF-ACTINIUM-ELEMENT.HTML). 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 16. RADÔNIO. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://PERIODICTABLE.COM/ITEMS/086.4/INDEX.HTML](https://periodictable.com/items/086.4/index.html). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 17. BECQUEREL E O CASAL CURIE. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:MARIE_AND_PIERRE_CURIE_\(CENTRE\)_IN_THEIR_LABORATORY_PARIS_WELLCOME_V0030700.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marie_and_Pierre_Curie_(centre)_in_their_laboratory_Paris_Wellcome_V0030700.jpg). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 18. MATERIAIS FLUORESCENTES. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://QUIMICAD07.WORDPRESS.COM/2017/04/12/10-AULA-EXPERIMENTAL-2O-ANO-FLUORESCENCIA-DE-MATERIAIS/](https://quimicad07.wordpress.com/2017/04/12/10-AULA-EXPERIMENTAL-2O-ANO-FLUORESCENCIA-DE-MATERIAIS/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.
- IMAGEM 19. MATERIAIS FLUORESCENTES. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://PASSEVIP.COM.BR/PRODUTO/BRINDES-LUMINOSOS/PULSEIRA-DE-NEON/](https://passevip.com.br/produto/brindes-luminosos/pulseira-de-neon/). ACESSO EM: 03 MAIO, 2019.

23

ATIVIDADES

01) – APÓS O CONHECIMENTO DESTA HISTÓRIA, O QUE MUDOU NO SEU CONCEITO NO QUE DIZ RESPEITO À RADIOATIVIDADE?

02)- O CASAL CURIE ESTUDANDO A PLECHBLENDA QUE É UM MINÉRIO DE URÂNIO DESCONFIARAM DA EXISTÊNCIA DE OUTRO ELEMENTO RADIOATIVO NESTA. POR QUÊ?

24

03) - PODE-SE RELACIONAR A LUMINOSIDADE DOS PONTEIROS DE UM RELÓGIO A ALGUM DOS FENÔMENOS DESCRITOS NO TEXTO?

04) - NO TEXTO CITA QUE MARIE CURIE GANHOU O PRÊMIO NOBEL DE FÍSICA E QUÍMICA. VOCÊ ACHA QUE O ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS TEM UMA RELAÇÃO COM A FÍSICA, UMA VEZ QUE VOCÊ OS ESTUDAM NA DISCIPLINA DE QUÍMICA?

Atividade com a luz negra

Material utilizado:

- Lâmpada de Luz negra
- Base com um bocal para a lâmpada
- Água Tônica
- Sabão Líquido para roupas
- Marca texto

Figura 4 - Atividade com a luz negra e materiais fluorescentes



Fonte: da autora, 2018.

NOTA AO PROFESSOR: Como a aula, e os slides foram elaborados para que se “contasse uma história” aos alunos muitas informações não estão nos slides, desta forma sugerimos a leitura das referências citadas no final do material, como também na dissertação deste trabalho. No slide 5 substituímos as palavras comprimento de onda e frequência por “cor” para falar da relação com a energia. Essa escolha foi feita para simplificar a linguagem usada uma vez que os alunos do 1º ano do ensino médio ainda não conhecem tais termos. Vocês verão que essa substituição ocorrerá em outras aulas da sequência de ensino. Nas atividades as três primeiras questões foram retiradas de atividades propostas na referência citada e intitulada, Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano, de Giovana Teixeira Pinto e Deividi Marcio Marques. Utilizamos uma aula de 50 minutos, porém se dispuserem de mais tempo sugerimos duas aulas no mínimo para a abordagem do tema.

Tópico 6: Modelo Atômico de Rutherford

Nesta aula vamos dar continuidade a um episódio da história da radioatividade, assim para o desenvolvimento desta aula utilizamos de recursos multimídia. A aula se desenvolve por meio de slides e um vídeo que simula o experimento de Rutherford. Abaixo compartilhamos os slides que utilizamos para essa aula a fim de ilustrar os conceitos que propomos abordar nessa aula.



2



Imagem 1

A princípio...

- Realizou pesquisas sobre os aspectos da radioatividade, incluindo a natureza e as propriedades das emanações produzidas pelos elementos químicos rádio (Ra) e tório (Th).
- E como acontecia os processos radioativos.

3

- Como se dedicou a esse tipo de estudos, e por ter o apoio do químico Frederick Soddy (1877 – 1956), que juntos pesquisaram sobre a causa e a natureza da radioatividade.

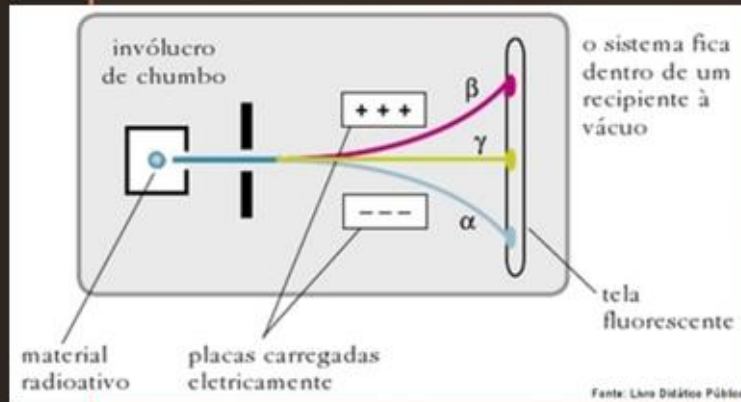


Imagem 2



Imagem 3

4

Eles descobrem...

- Que elementos radioativos emitem 2 tipos de radiação:

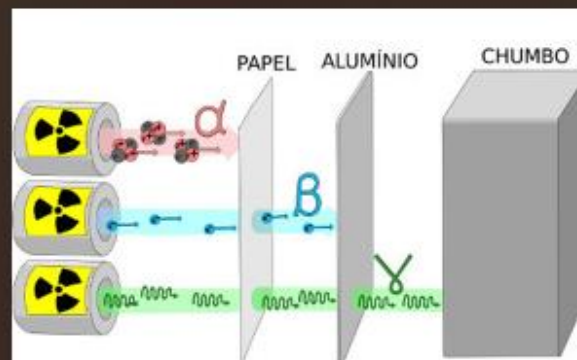


Imagem 4

5



Imagem 5

- Em seguida, determinou a carga e a natureza dos raios alfa, beta e gama (γ).
- Os raios gama, não foram descobertos por Rutherford, mas sim por Paul Villard na França, em 1900.

6

- Por seus trabalhos sobre a radioatividade, que contribuíram para o desenvolvimento desse ramo da Ciência, ganhou o Prêmio Nobel de Química em 1908.

7

■ Dando continuidade aos seus estudos em 1911...

- Pede para seus assistentes Hans Geiger (1882 – 1945) e Ernest Marsden (1889 –1970) verificar se seus cálculos matemáticos estavam corretos acerca do espalhamento das partículas alfa pela matéria.



Imagem 6

8

■ Assim executam o famoso “experimento de Rutherford”

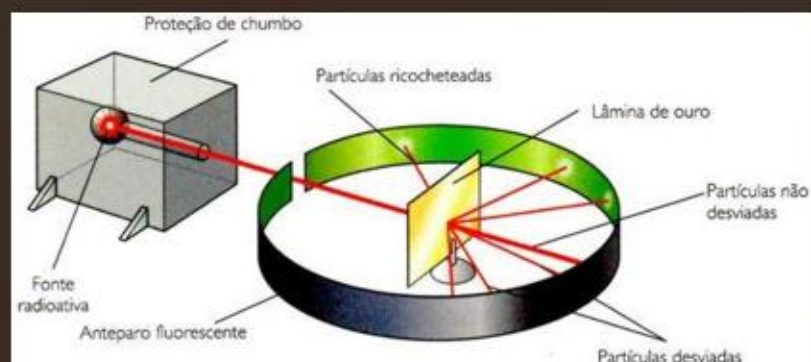


Imagem 7

9

- SIMULAÇÃO DO EXPERIMENTO.

10

Com esse experimento tentavam...

- Explicar os desvios causados pelas partículas alfa ao atravessarem finíssimas folhas de diferentes metais.

11

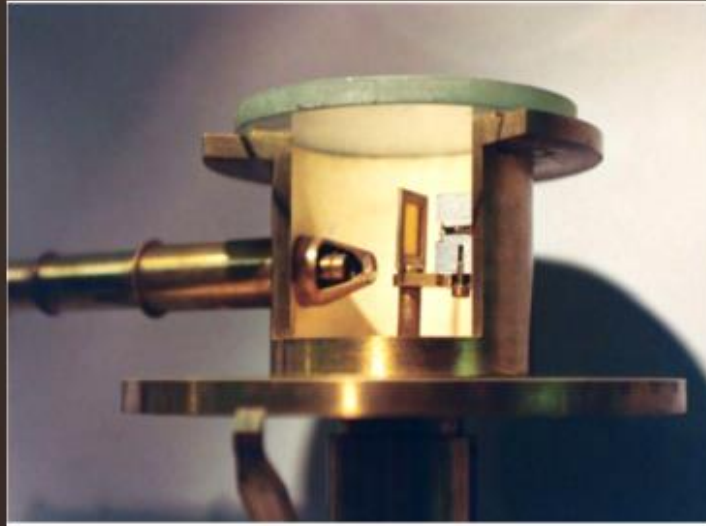


Imagem 8

12

Observaram:

- A maioria das partículas alfa atravessou a placa de ouro sem sofrer desvio considerável em sua trajetória.
- Algumas partículas alfa (poucas) foram rebatidas na direção contrária ao choque.
- Certas partículas alfa (poucas) sofreram um grande desvio em sua trajetória inicial.

13

- Com essas observações Rutherford sugere um modelo atômico.

14

BIBLIOGRAFIA

- MARQUES, Deividi Marcio. **AS INVESTIGAÇÕES DE ERNEST RUTHERFORD SOBRE A ESTRUTURA DA MATÉRIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA**. 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Para A Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.
- Simulação do experimento de Rutherford. Phet. University of Colorado Boueder. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering. Acesso em: 04 maio. 2019.
- Imagem 1: Rutherford. Disponível em: <http://murov.info/timelines.htm>. Acesso em: 04 maio. 2019.
- Imagem 2: Tipos de emissões radioativas. Disponível em: <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1485&evento=4>. Acesso em: 04 maio. 2019.

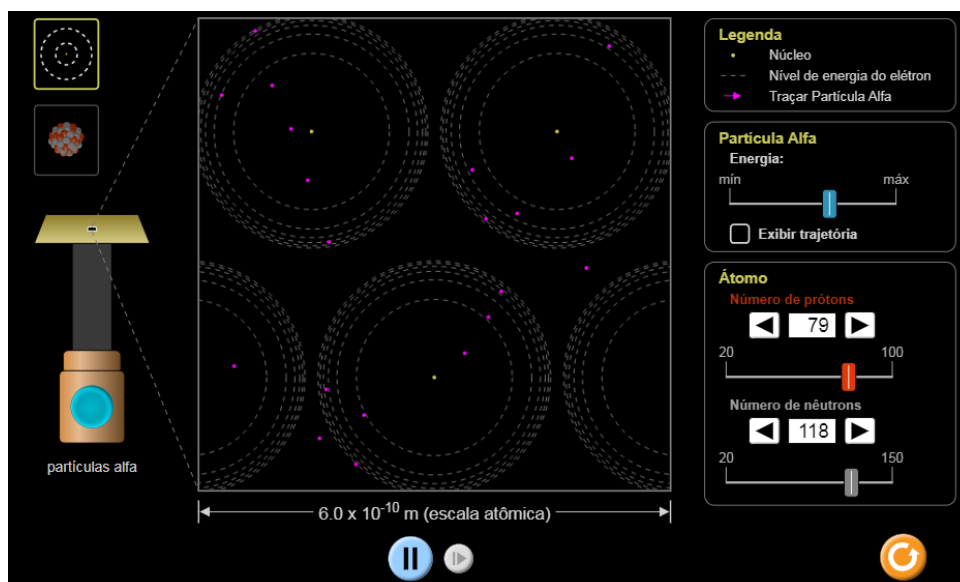
- Imagem 3: Frederick Soddy . Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Frederick_Soddy. Acesso em: 04 maio, 2019.
- Imagem 4: Emissões radioativas. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-raios-gama.htm>. Acesso em: 04 maio, 2019.
- Imagem 5: Paul Villard. Disponível em: <https://edu.glogster.com/glog/gamma-rays/1q392p063qv>. Acesso em: 04 maio, 2019.
- Imagem 6: Assistentes de Rutherford. Disponível em: <https://socratic.org/questions/who-were-hans-geiger-and-ernest-marsden>. Acesso em 19 jul, 2019.
- Imagem 7: "O experimento de Rutherford". Disponível em: <https://www.coladaweb.com/quimica/quimica-geral/modelo-atomico-Rutherford>. Acesso em: 04 maio, 2019.
- Imagem 8: MARQUES, Deividi Marcio. AS INVESTIGAÇÕES DE ERNEST RUTHERFORD SOBRE A ESTRUTURA DA MATÉRIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA. 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Para A Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.

Simulação do experimento de Rutherford.

Phet. University of Colorado Boulder.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering.

Figura 5 - Simulação do “experimento de Rutherford”



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering, 2018.

NOTA AO PROFESSOR: Como na aula anterior sugerimos a leitura do material que foi referência para essa aula ou a dissertação deste trabalho. As referências são as mesmas da aula anterior. No slide 4 mostramos as três emissões, alfa e beta e gama, para propositalmente já falarmos dessa última no slide 5. A simulação do experimento foi apresentada no data show, na forma de experimento demonstrativo, mas nada impeça que os próprios alunos tenham acesso a essa simulação em computadores individuais. Fica a critério do professor a forma de utilizá-la. Durante a simulação pedimos aos alunos para observarem o que eles estavam vendo, e discutimos se o modelo de Thomson poderia explicar aquele fenômeno. Assim ao final quando eles percebem que não, pedimos como atividade que eles propusessem um modelo para o átomo de Rutherford, de acordo com as observações da simulação do experimento. No slide 11 pode ser visto uma foto do instrumento original utilizado por Geiger e Marsden. Utilizamos uma aula de 50 minutos.

Tópico 7: Rutherford e seu Modelo Atômico.

Nesta aula voltamos a pergunta feita para os alunos na aula anterior, como seria para eles o átomo proposto por Rutherford, a partir do experimento com a folha de ouro. Após uma breve discussão apresentamos a eles um texto com um pouco da história de Rutherford e sua proposta de um modelo para o átomo, como pode ser visto na página 41.

Depois da leitura do texto e discussão sobre o modelo proposto por Rutherford, aplicamos a atividade que está ao final do texto.

NOTA AO PROFESSOR: A leitura do texto pode ser realizada da maneira que o professor achar adequado, individualmente, em dupla ou grupos, e durante a leitura sugerimos que seja feito comentários que acrescente alguma outra informação. Foi necessária uma aula de 50 minutos.

Rutherford e seu modelo atômico

Ernest Rutherford nasceu perto de Nelson, na Nova Zelândia em 30 de agosto de 1871, seu pai era um homem enérgico e engenhoso. A princípio Rutherford iniciou seus estudos em Nova Zelândia, onde desenvolveu trabalhos sobre a magnetização do ferro por descarga de alta frequência. Em 1895 foi estudar na Universidade de Cambridge, sendo o primeiro estrangeiro a estudar naquela universidade. Sua primeira colaboração foi na criação de tubos de descargas de gás no estudo de raios X, ao lado de ninguém menos que Joseph John Thomson. No ano de 1898 foi indicado por Thomson a ocupar o cargo de professor de física experimental na Universidade McGill, no Canadá. Nesta Universidade desenvolveu seu primeiro trabalho sobre os tipos de radiações. Rutherford publicou, em 1900, o artigo “Uma Substância Radioativa emitida dos Compostos de Tório”, em que ele cita que uma substância exposta durante algum tempo na presença de tório, torna-se radioativa, e que a mesma desaparecia em poucos dias. Escreve vários outros trabalhos em parceria com McClung e Frederick Soddy.

Em 1907, Rutherford retornou a Inglaterra para chefiar o Laboratório da Universidade de Manchester, onde encontrou o seu assistente o jovem alemão Hans Geiger (1882-1945), famoso por ter criado o Contador Geiger, instrumento utilizado para detectar radioatividade. Ambos publicaram vários trabalhos associados aos estudos das partículas alfa. Entre os anos de 1908 e 1910 Geiger sugere a Rutherford deixar Ernest Marsden, também assistente de Rutherford que estava sendo treinado por Geiger, a começar uma pequena investigação. E é aí que eles desenvolveram um experimento que consistia no bombardeamento de finíssimas lâminas de diversos metais diferentes com partículas do tipo alfa obtidas de um elemento radioativo. Eles monitoraram os desvios sofridos pelas partículas e encontraram resultados surpreendentes. Naquela época o modelo atômico de Thomson era o que tinha evidente, assim Rutherford analisando os resultados obtidos por seus assistentes percebeu que os ângulos formados nos desvios das partículas alfa não eram compatíveis com o modelo de Thomson. De acordo com Rutherford, se o átomo fosse como o sugerido por Thomson, as partículas alfas poderiam atravessar os átomos sem sofrerem qualquer desvio por conta da grande energia e carga de cada partícula.

Em 1911 Rutherford publica um artigo para explicar os resultados obtidos por Geiger e Marsden, “O Espalhamento das Partículas alfa e beta pela Matéria e a Estrutura do Átomo”, dizendo que comparando a sua teoria com os resultados experimentais, era previsível, portanto que o átomo tivesse uma carga central positiva ou negativa concentrada dentro de

uma esfera, e cercado por eletricidade do sinal oposto distribuída ao longo do resto do átomo. E que uma partícula alfa sofre um grande desvio, devido, apenas a um único encontro com essa carga central. Essa carga tempos depois foi chamada por ele de núcleo. Seu modelo é conhecido como o modelo planetário ou do sistema solar, porém alguns personagens aparecem antes dele com essa sugestão de modelo para o átomo.

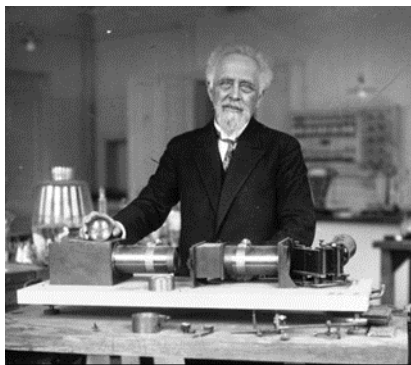


Imagem 1: Perrin

O primeiro a propor esse modelo é Jean Perrin, francês que ficou conhecido principalmente pela sua atuação na determinação do número de Avogadro por meio de vários métodos diferentes. De acordo com ele o átomo seria um sol positivo com pequenos planetas negativos, com cargas positivas iguais as negativas tornando o átomo neutro. No mesmo ano em que Thomson propõem seu modelo atômico, surge o japonês Hamtaro Nagaoka (1865 – 1950), graduado

em física na Universidade de Tóquio, tendo concluído seus estudos de doutorado na mesma universidade, com professores europeus. Seu modelo chamado de saturniano constava de uma grande massa central carregada positivamente que atraía cargas negativas de massas iguais e que se repeliam entre si. Essas cargas negativas giravam em um anel circular e estavam distribuídas a intervalos angulares iguais. Outro nome que aparece neste contexto é, John William Nicholson (1881 – 1955), seu modelo era tido como uma adaptação do modelo de



Imagem 2: Nagaoka

Thomson, e passa a ser um modelo planetário, com uma carga positiva no centro e com elétrons em órbitas. Este modelo teve um destaque na história da ciência pois é o primeiro a citar a hipótese de quantização da energia de Max Planck. O interessante da participação de Rutherford neste cenário foi o seu ataque ao modelo de Thomson, ao mostrar que este modelo, amplamente utilizado até então, não era coerente com os dados obtidos no experimento da folha de ouro.

O texto foi elaborado de acordo com as referências:

MARQUES, Deividi Marcio. **As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria:** Contribuições para o Ensino de Química. 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Para A Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.

MOURA, Cristiano Barbosa de. **Discutindo a Natureza da Ciência no Ensino Médio:** Um Caminho a partir do desenvolvimento dos Modelos Atômicos. 2014. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2014.

FONTE DAS IMAGENS:

Imagem 1: Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jean_Perrin_1927.jpg

Imagem 2: Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Hantaro_Nagaoka

ATIVIDADE SOBRE RUTHERFORD

- 1) Agora que você conhece a proposta de Rutherford para o átomo, desenhe ou esquematize um modelo para esse átomo.
- 2) Você acha que o modelo atômico de Rutherford explica todas as propriedades da matéria?
- 3) Antes de Rutherford propor seu modelo planetário, outras pessoas já haviam proposto algo parecido. Cite quem são elas, e de seu ponto de vista sobre o fato dos modelos propostos por eles não terem sido reconhecidos como o de Rutherford.

Tópico 8: O Modelo Atômico de Bohr

Começamos essa aula perguntando aos alunos, se eles consideravam o modelo atômico de Rutherford o mais aceito na atualidade, e discutimos o porquê no caso afirmativo e negativo. Após essas discussões mostramos a eles um novo personagem nesta história dos modelos atômicos. O texto conta um pouco da história de Bohr, que pode ser visualizado na página 45.

NOTA AO PROFESSOR: Assim como todos os textos que já foram sugeridos aqui, a dinâmica sempre foi a mesma, leitura pelos alunos individual, em dupla ou em grupo, e sempre que necessário interferimos na leitura para esclarecer dúvidas ou algo similar. Para maior conhecimento sobre Bohr, recomendamos a leitura das referências. Utilizamos uma aula de 50 minutos.

Os estudos de Bohr acerca do átomo



Imagem 1: Bohr

Niels Henrik David Bohr nasceu em 7 de outubro de 1885, em Copenhague, na Dinamarca. Era filho do médico, e professor da Universidade de Copenhague, Christian Harald Lauritz Peter Emil Bohr, com Ellen Adler Bohr, oriunda de uma rica família judia. Pertencente a uma família unida, intelectual e de classe média alta, Bohr e seus dois irmãos tiveram acesso fácil aos estudos. Em 1903, Bohr ingressou no curso de física, na Universidade de Copenhague, onde concluiu a graduação, o mestrado em 1909 e o doutorado em 1911, com a tese “Estudos sobre a teoria eletrônica dos metais” que complementou seu trabalho de mestrado.

Em 1911, Bohr recebeu uma bolsa de estudos da Fundação Carlsberg e foi trabalhar sob a orientação de J. J. Thomson no Laboratório Cavendish. Contudo não teve a receptividade que espera do mesmo, talvez por não concordar inteiramente com o seu modelo atômico, e também por Thomson não demonstrar interesse em suas teorias. Foi ali, também, que Bohr conheceu Rutherford, a quem desenvolveu grande admiração e interesse pelos seus trabalhos. Assim, em março de 1912, Bohr foi trabalhar como assistente de Rutherford, em Manchester, e pode aprofundar seus conhecimentos sobre radioatividade, e o modelo atômico planetário. Com isso observou que o modelo nuclear implicava separar as propriedades químicas referentes aos elétrons periféricos das propriedades radioativas relacionadas ao núcleo, indicando uma relação entre número de prótons e o número de elétrons. Desta forma começou a desenvolver os trabalhos que deram origem a três artigos publicados em 1913, que ficaram conhecidos como a “trilogia de Bohr”.

Bohr procurava uma explicação para a instabilidade atômica do modelo planetário de Rutherford, já que era esperado que o elétron, em seu movimento ao redor do núcleo, estaria sujeito a uma aceleração centrípeta e dessa forma perderia energia na forma de onda eletromagnética. Se isso de fato acontecesse essa perda de energia faria com que o elétron “caísse” sobre o núcleo atômico, o que não acontece.

Em 1913, no intuito de esclarecer esta instabilidade atômica, Bohr começou a estudar as propriedades do espectro do átomo de hidrogênio. O espectro é a separação dos níveis de energia de um elemento, visualizados através de faixas com cores diferentes. Os primeiros estudos sobre o espectro foram realizados em 1777, pelo químico farmacêutico sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) e depois ampliado por outros pesquisadores, entre eles o

químico Robert W. E. von Bunsen (1811-1899) e o físico Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887). Para elaborar seu modelo atômico Bohr se baseou em outros trabalhos, como os dos físicos alemães Max Planck e Albert Einstein. Planck propôs que a energia da radiação não se distribui em fluxo contínuo, mas em pacotes de energia, que ele denominou de quanta. Mais tarde Einstein também se utiliza dessa propriedade ao analisar o efeito fotoelétrico, fenômeno no qual elétrons podem ser emitidos de uma placa metálica ao receberem radiação na forma de luz visível ou ultravioleta. Com isso propõem seu modelo atômico, e escreve o que conhecemos hoje de *Postulados de Bohr*:

1. O elétron move-se em órbitas circulares em torno de um núcleo atômico central. Para cada elétron de um átomo existe uma órbita específica, em que ele apresenta uma energia bem definida (um nível de energia) – que não varia enquanto o elétron estiver nessa órbita.
2. Os espectros dos elementos são descontínuos porque os níveis de energia são quantizados, ou seja, só são permitidas certas quantidades de energia para o elétron, cujos valores são múltiplos inteiros do quantum de energia.
3. O átomo está no seu estado fundamental (mais estável) quando todos os seus elétrons estiverem se movimentando em seus respectivos níveis de menor energia.
4. Se um elétron no estado fundamental absorve um fóton ele “salta” para o nível de energia imediatamente superior e entra num estado excitado (logo, numa situação de instabilidade).
5. Quando um elétron passa de um estado de energia elevada para um estado de energia menor, ele emite certa quantidade de energia radiante, sob forma de um fóton com essa energia, relacionado com uma das linhas do espectro desse elemento.

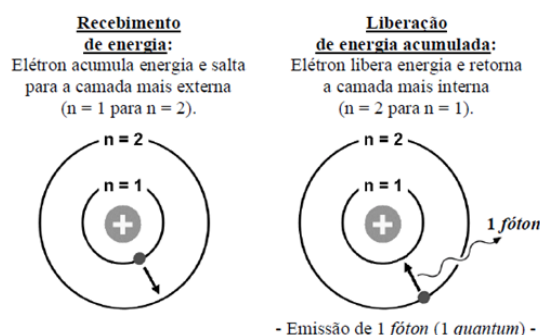
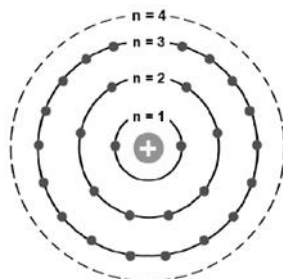


Imagem 2: salto quântico

Entretanto, o modelo elaborado por Bohr era bem aplicado apenas para o átomo de hidrogênio e para íons de hélio (He^+), não sendo bem-sucedido para átomos maiores. O novo modelo obtido passou a ser conhecido por Rutherford-Bohr, pois Bohr, manteve as principais

características desse modelo planetário de Rutherford, ou seja, elétrons em órbita circular, ao redor do núcleo positivo.



Modelo atômico Rutherford-Bohr.

Imagem 3: Modelo atômico Rutherford - Bohr.

Esse texto foi elaborado de acordo com a referência:

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. 3 v.

LOPES., Cesar Valmor Machado. **Modelos Atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica**. 2009. 173 f. Tese (Doutorado) - Curso de História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

TRANCOSO, Marcelo Delena. **A História das Ciências Colaborando no Estudo da Estrutura Atômica e dos Modelos Atômicos no Ensino Médio**. 2016. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

FONTE DA IMAGEM

IMAGEM 1: <https://www.atomicheritage.org/key-documents/bohrrs-safety>

IMAGEM 2: Trancoso, 2016 p. 68.

IMAGEM 3: Trancoso, 2016 p. 71.

Tópico 9: Contextualizando o modelo atômico de Bohr

Nesta aula detalharemos melhor os postulados de Bohr para o átomo. Antes fizemos uma pequena introdução sobre espectro para os alunos terem um entendimento melhor à cerca do experimento que realizamos, o teste de chama. Compartilhamos novamente nossos slides para ilustrar como abordamos esses conceitos. A seguir apresentamos informações para realização do teste de chama.



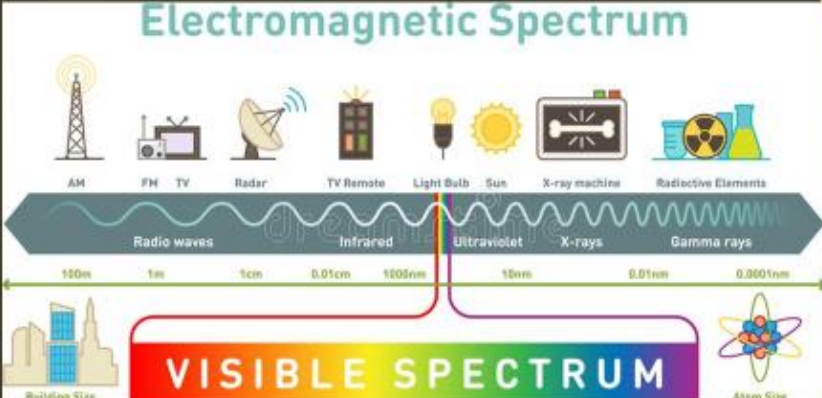
2



Imagem 1

Espectros

- Carl Wilhelm Scheele foi quem constatou que as diferentes cores que compõe o espectro da luz solar tinham energias diferentes.



The diagram illustrates the Electromagnetic Spectrum with various types of radiation and their corresponding wavelengths. From left to right, the spectrum includes: Radio waves (100m), Infrared (1m), Ultraviolet (100nm), X-rays (10nm), and Gamma rays (0.01nm). Icons above the spectrum represent these types: AM/FM TV, Radar, TV Remote, Light Bulb, Sun, X-ray machine, and Radioactive Elements. A zoomed-in section at the bottom shows the Visible Spectrum (400nm to 700nm) with a rainbow color gradient. A scale bar at the bottom compares the size of buildings (100m) to the size of an atom (0.3601nm).

Imagem 2

3

Outro grande passo para compreensão dos espectros foi dado:



Imagem 3

- Pelo químico Robert Wilhelm Eberhard von Bunsen (1811-1899) e pelo físico Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), ao estudarem espectros emitidos por diferentes elementos químicos.

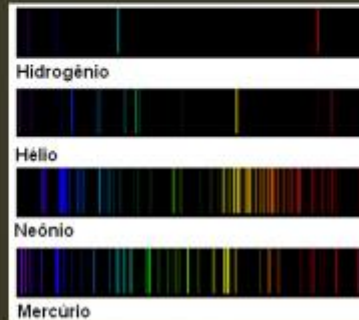


Imagem 4

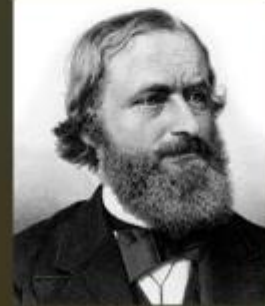


Imagem 5

4

- Tinham como objetivo compreender os espectros emitidos pelos diferentes elementos químicos. Para isso eles desenvolveram, entre os anos de 1855 e 1863, um espectrógrafo óptico e uma técnica de análise de substâncias químicas, denominada espectroscopia. As análises de Bunsen e Kirchhoff consistiam na exposição de diversos materiais à chama do bico de Bunsen, pois, quando submetidos a altas temperaturas, cada material emitia um espectro característico, que era analisado com a ajuda do espectrógrafo óptico.

5

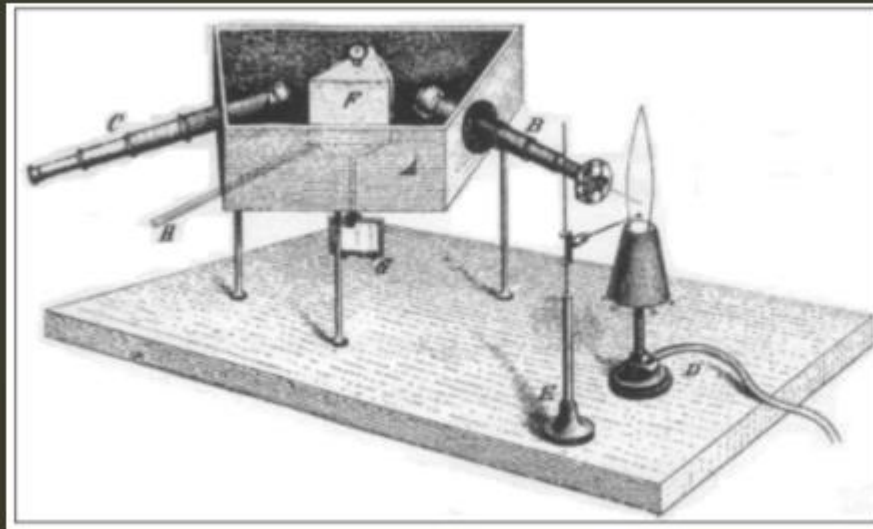


Imagem 6

6

Tabela periódica Espectros de emissão atômica

Espectros de emissão atômica																																
1 H hidrogênio																	3 B boro	4 C carbono	5 N nitrogênio	6 O oxigênio	7 F flúor	8 Ne néon										
3 Li lítio	4 Be berílio																	9 Al alumínio	10 Si silício	11 P fósforo	12 S enxofre	13 Cl cloro	14 Ar argônio									
11 Na sódio	12 Mg magnésio																	15 Ga gálio	16 Ge germânio	17 As arsênio	18 Se selênio	19 Br bromo	20 Kr criptônio									
19 K potássio	20 Ca cálcio	21 Sc escândio	22 Ti tânio	23 V vanádio	24 Cr cromo	25 Mn manganês	26 Fe ferro	27 Co cobalto	28 Ni níquel	29 Cu cobre	30 Zn zinco	31 Ga gálio	32 Ge germânio	33 As arsênio	34 Se selênio	35 Br bromo	36 Kr criptônio															
37 Rb rubídio	38 Sr estrôncio	39 Y itrânio	40 Zr zircônio	41 Nb nióbio	42 Mo molibdênio	43 Tc tecnécio	44 Ru ródio	45 Rh ródio	46 Pd paládio	47 Ag prata	48 Cd cádmio	49 In índio	50 Sn estanho	51 Sb antimônio	52 Te telúrio	53 I iodo	54 Xe xenônio															
55 Cs césio	56 Ba bário	57 a 71	72 Hf hafnio	73 Ta tântalo	74 W tungstênio	75 Re rênio	76 Os ósio	77 Ir írio	78 Pt platina	79 Au ouro	80 Hg mercúrio	81 Tl talco	82 Pb chumbo	83 Bi bismuto	84 Po polônio	85 At ástato	86 Rn radônio															
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89 a 103	104 Rf rênio	105 Db dubnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bohrio	108 Hs hessio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstadtio	111 Rg roentgenio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl flúviov	115 Mc moscovio	116 Lv livermório	117 Ts tenessio	118 Og ogânesônio															
																		57 La lantanóio	58 Ce cério	59 Pr praseodímio	60 Nd néodímio	61 Pm promécio	62 Sm samário	63 Eu europio	64 Gd gadolínio	65 Tb terbório	66 Dy dissódio	67 Ho hólmio	68 Er érbio	69 Tm túlmio	70 Yb itêrbio	71 Lu lutécio
																		89 Ac actínio	90 Th tório	91 Pa protactínio	92 U urânio	93 Np néptunio	94 Pu plutônio	95 Am âmericio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnia	99 Es einsteinio	100 Fm fermório	101 Md mendelevio	102 No nobélio	103 Lr lawrêncio

Imagem 7

7



Imagem 8

8

De acordo com Bohr:

- quando o átomo recebe energia por aquecimento ou radiação eletromagnética, cada elétron acumula uma quantidade de energia que equivale a 1 "quantum" e salta para uma órbita mais externa. Em seguida, após uma fração mínima de segundo, o elétron retorna a sua órbita original e libera igual valor da energia acumulada (1 quantum). Essa energia é liberada na forma de luz que equivale a 1 "fóton",

9

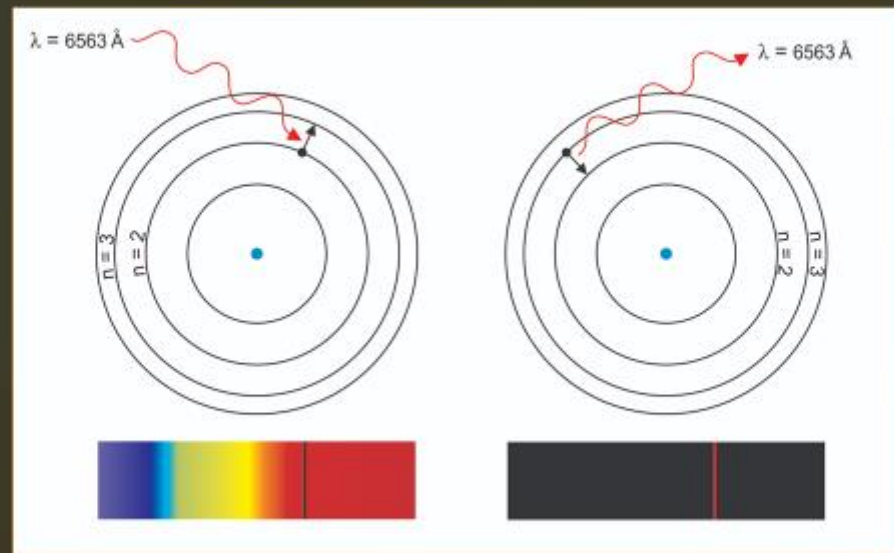


Imagem 9

10



Imagem 10

Max Planck

Albert Einstein

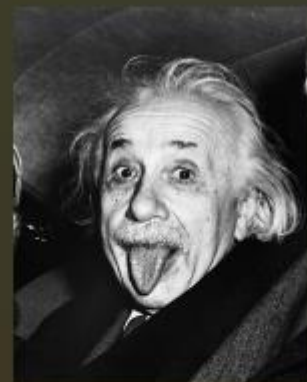


Imagem 11

11

ATIVIDADES

- 1) - Conforme o seu conhecimento, o que motivou Bohr a propor um novo modelo atômico?
- 2) - Depois da leitura do texto sobre Bohr diga quais as diferenças do modelo atômico de Bohr e Rutherford.
- 3) - De acordo com o teste de chama realizado em sala de aula, utilize o modelo atômico de Bohr para explicar o que foi observado.

12

Fontes e Bibliografia:

- TRANCOSO, Marcelo Delena. **A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS COLABORANDO NO ESTUDO DA ESTRUTURA ATÔMICA E DOS MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO**. 2016, 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- FILGUEIRAS, Carlos A.I. **A ESPECTROSCOPIA E A QUÍMICA DA DESCOBERTA DE NOVOS ELEMENTOS AO LIMÍAR DA TEORIA QUÂNTICA**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 2, n. 1, p.22-25, 03 maio 1996.
- Imagem 1: Carl Wilhelm Scheele. Disponível em: <https://cientistadigital.wordpress.com/2012/05/21/cientista-carl-wilhelm-scheele/>. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 2: Espectro eletromagnético. Disponível em: <https://br.depositphotos.com/181201252/stock-illustration-electromagnetic-spectrum-infographic-diagram.html>. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 3: Robert Wilhelm Eberhard von Bunsen. Disponível em: <https://universequimica.wordpress.com/2018/12/26/robert-bunsen/>. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 4: Espectros eletromagnéticos. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/espectros-eletromagneticos-estrutura-atomo.htm>. Acesso em: 05 maio. 2019.

- Imagem 5: Gustav Robert Kirchhoff. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/05/15/gustav-robert-kirchhoff/>. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 6: FILGUEIRAS, Carlos A.L. **A ESPECTROSCOPIA E A QUÍMICA DA DESCOBERTA DE NOVOS ELEMENTOS AO LIMAR DA TEORIA QUÂNTICA**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 2, n. 1, p.22-25, 03 maio 1996.
- Imagem 7: Tabela Periódica – espectro atômico. Disponível em: <https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-espectros-de-emissao-atmica-dos-elementos/>. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 8: Teste de Chama. Disponível em: <https://medium.com/@easyquimica/de-onde-vem-a-cor-29c7af5d38c0>. Acesso em: 05 mai. 2019.
- Imagem 9: Espectroscopia. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_espec.htm. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 10: Max Planck. Disponível em: <https://www.sciencesource.com/archive/Max-Planck--German-Physicist-SS2293743.html>. Acesso em: 05 maio. 2019.
- Imagem 11: Albert Einstein. Disponível em: <https://noticias.bol.uol.com.br/ultimas-noticias/ciencia/2017/12/09/como-ensinar-a-teoria-da-relatividade-de-albert-einstein-para-criancas-de-6-anos.htm>. Acesso em: 05 de maio. 2019.
-

Teste de Chama.

Materiais utilizados:

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| • Bico de Bunsen ou lamparina; | • BaCl_2 |
| • Caixa de fósforo; | • CuSO_4 |
| • 1 fio de níquel-cromo | • KCl |
| • HCl concentrado | • NaCl |
| • SrCl_2 | • LiNO_3 |
| • CaCl_2 | |

Procedimento: Acender o bico de Bunsen ou lamparina, após com o fio de níquel pegar uma pequena quantidade de sal e colocar na chama e observar. Lavar o fio em ácido clorídrico (HCl) concentrado e repetir o processo para os outros sais. As cores das chamas observadas dever ser as da figura abaixo:

Figura 6 - Cores das chamas produzidas por diversos sais



Fonte: <http://rpsil.blogspot.com/2013/06/teste-da-chama.html> (2019).

NOTA AO PROFESSOR: Como as aulas estão em slides eles contém apenas algumas informações, aconselhamos a leitura das referências citadas no slide 12. Para explicarmos o espectro substituímos as palavras comprimento de onda e frequência, por “energia e cor”. Nas orientações para a realização da prática recomenda-se utilizar ácido clorídrico para limpar o fio de níquel. Nós não o utilizamos, limpamos com água e sabão, o que também gerou um bom resultado. Chamamos a atenção também ao manusear o fio de níquel, uma vez que ele é um metal e bom condutor de calor, se sua pele estiver em contato direto com ele você poderá sofrer queimaduras. Foi utilizado uma aula de 50 minutos.

Tópico 10: A descoberta do Nêutron

Dando continuidade a sequência de ensino, esta aula será para apresentar aos alunos uma nova descoberta referente ao átomo. Para isso perguntamos aos alunos se eles consideravam o átomo que já conheciam suficiente, e se não estava faltando nada para eles. Após a discussão expomos aos alunos um texto sobre essa descoberta, o mesmo pode ser visto a diante na página 57.

NOTA AO PROFESSOR: Sugerimos a leitura da referência para maiores informações de Chadwick, caso o professor disponha de tempo, seria interessante abordar sua participação na construção da bomba atômica. Utilizamos uma aula de 50 minutos.

Uma nova partícula para o átomo



Imagem 1:
Chadwick

James Chadwick nasceu em 20 de outubro de 1891, na pequena cidade de Cheshire na Inglaterra. Filho único de uma família muito pobre, seu pai era gerente de uma lavanderia, e sua mãe doméstica. Sempre teve interesse nos estudos, principalmente em matemática e física, tanto que aos 11 anos ganhou uma bolsa de estudos em uma escola de renome. Porém não pode ingressar na escola, porque seus pais não tinham o dinheiro da matrícula, assim continuou seus estudos em uma escola secundária em sua cidade. Aos 16 anos ganhou uma bolsa para estudar na Universidade de Manchester. Iniciou seus estudos em física, e em 1908 começou a estudar radioatividade no laboratório de Rutherford, sendo supervisionado pelo próprio cientista que muito influenciou sua vida acadêmica. Em 1913 ganhou outra bolsa de estudos e foi para o Physical-Technical Reichsanstalt (Instituto Imperial de Física Técnica) em Berlim, onde trabalhou com Hans Geiger, que havia chegado àquela cidade em 1912. Lá eles desenvolveram pesquisas bombardeando diferentes elementos com partículas alfa e, medindo a dispersão dessas partículas. Entretanto, com os conhecimentos existentes na época, não conseguiram justificar os resultados obtidos, pois as partículas subatômicas conhecidas, próton e elétron, não explicavam perfeitamente os resultados. Deste fato já surge a ideia de uma outra partícula no átomo que não teria carga e explicaria o seu experimento.

Em 1914 seus estudos foram interrompidos por conta da primeira guerra mundial. Chadwick e todos os britânicos foram presos e mantidos em um presídio nos arredores de Berlim. Lá tinham liberdade e acesso à livros, assim ele continuou seus estudos. Ao término da guerra, Chadwick voltou a trabalhar com Rutherford, e estabeleceu a relação entre o número atômico e a carga do átomo. E junto a Rutherford, produziu a desintegração de elementos leves, através do bombardeamento com partículas alfa. Em 1921, Chadwick apresentou a tese sobre números atômicos e forças nucleares, com a qual recebeu o título de Ph.D., que equivale ao que conhecemos como doutorado.

Durante praticamente toda a década de vinte, Chadwick realizou diversos experimentos no intuito de comprovar a existência de partículas sem carga elétrica, mas todas sem sucesso. Naquela época, vários pesquisadores realizavam experimentos, em busca da terceira partícula subatômica, que seria neutra. Entre eles podemos destacar os físicos alemães Walther Wilhelm Georg Bothe (1891-1957) e Herbert Becker (1887-1955) que bombardearam vários elementos com partículas alfa emitidas por uma fonte de polônio (Po).

E o resultado segundo eles era uma radiação produzida entre as partículas alfa e o berílio (elemento bombardeado) de grande poder de penetração, achavam que eram raios gama. Em 1931, os físicos franceses Jean Frédéric Joliot (1900-1958) e Irène Curie (1897-1956), o casal Joliot-Curie, modificaram o experimento de Bothe e Becker. E observaram que, ao atravessar a parafina, a radiação emitida pelo berílio, provocava a ejeção de prótons.

Chadwick discutiu com Rutherford, e ambos não acreditaram que a radiação emitida fosse os raios gama e nem que esses raios tivessem energia para “arrancar” prótons da parafina, como sugeriu o casal Joliot-Curie. Para Chadwick a afirmação do casal estaria correta se a partícula “arrancada” não tivesse carga elétrica. Com isso ele modifica o experimento realizado pelo casal com o intuito pré-estabelecido da existência da partícula sem carga. E reproduz o experimento com e sem a parafina.

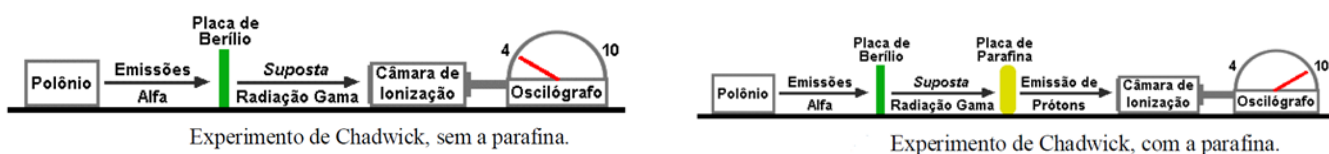


Imagem 2: Experimento de Chadwick

Testes posteriores comprovaram que essa outra radiação, era formada por prótons. Ao medir a energia desses prótons, Chadwick observou que eles não poderiam ser produzidos por raios gama. Os prótons “arrancados” da parafina seriam hidrogênios, pois este hidrocarboneto é rico desses átomos. Assim, Chadwick supôs que a radiação fosse composta por partículas neutras, com massa próxima a do próton. Para comprovar essa massa, ele usou a radiação emitida pelo berílio e bombardeou diversos gases. Então denominou a nova partícula de “nêutron” e apresentou duas justificativas para seus resultados:

- Não tendo carga o nêutron não interage com o campo elétrico da matéria, sujeito apenas a forças nucleares de curto alcance. Possuem grande poder de penetração.
- Sua massa é bem próxima a massa do próton.

Poucas semanas após o início das pesquisas, Chadwick divulgou a comunidade científica o trabalho Possible Existence Of Neutron (Possível Existência do Nêutron) um artigo de meia página, que foi publicado na Nature em 27 de fevereiro de 1932, e lhe conferiu o prêmio Nobel de Física de 1935. Desta forma Chadwick fez uma descoberta de grande

importância para a ciência, uma vez que possibilitou os estudos sobre o núcleo atômico, os isótopos, fissão nuclear, peso atômico, número atômicos e outras questões da tabela periódica.

Após a descoberta do nêutron, os cientistas começaram a preocupar-se com a estrutura nuclear, ou seja, com a forma da qual se encontram distribuídos no núcleo, os prótons e nêutrons. Ressalta-se que em 1916, o físico alemão Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868-1951), antes mesmo de Chadwick evidenciar o nêutron, propôs que o átomo não teria somente órbitas circulares, como postulou Bohr, mas também, órbitas elípticas. Assim, surgiu um novo número quântico, que Sommerfeld chamou de “número quântico secundário”, representado por “ l ” e que seria composto pelos subníveis s, p, d, f, cujas letras indicam respectivamente, os nomes: sharp, principal, diffuse e fundamental. Desta forma após a significativa contribuição de Chadwick, o átomo passou a ser representado como na imagem abaixo.



Imagem 3:
Sommerfeld

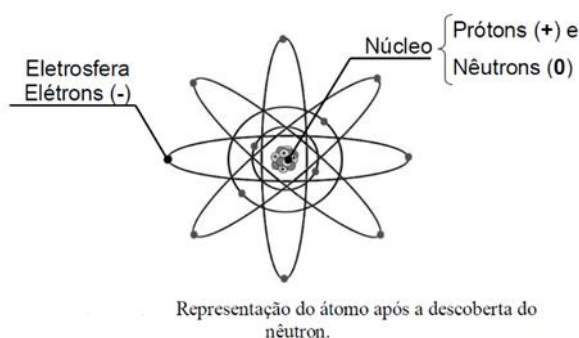


Imagem 4: Representação do átomo após a descoberta do nêutron

Com um núcleo, eletrosfera com órbitas circulares e elípticas.

Este texto foi elaborado de acordo com a referência:

TRANCOSO, Marcelo Delena. **A História das Ciências Colaborando no Estudo da Estrutura Atômica e dos Modelos Atômicos no Ensino Médio**. 2016. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

FONTE DAS IMAGENS

IMAGEM 1: Fonte: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1935/chadwick/biographical>

IMAGEM 2: Trancoso, 2016, p. 84.

IMAGEM 3: Fonte: <http://estruturadoatomico2013iqunesp.blogspot.com/p/modelo-atomico-de-sommerfeld.html>

IMAGEM 4: Trancoso, 2016, p. 88.

Tópico 11: Alguns conceitos importantes.

Na continuidade das aulas apresentamos aqui, conceitos importantes para que os alunos compreendam as aulas posteriores. As aulas foram expositivas e dialogadas, porém o professor poderá adequar esse conteúdo de acordo com suas necessidades e preferências. Os conceitos trabalhados foram:

- Átomo neutro e íons.
- Número atômico, número de massa;
- Isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos;
- Distribuição eletrônica;
- Princípio da Incerteza de Heisenberg;
- Princípio da Dualidade da Matéria de Louis de Broglie;
- Erwin Schrödinger;
- Números Quânticos principal e secundário.

NOTA AO PROFESSOR: A referência para essa aula foi o livro didático adotado pela escola, assim o professor está livre para escolher uma referência específica de sua preferência. Utilizamos duas aulas de 50 minutos. Os conteúdos sobre o Princípio da Incerteza de Heisenberg, o Princípio da Dualidade da Matéria de Louis de Broglie; a teoria de Erwin Schrödinger; e os Números Quânticos principal e secundário foram abordados de forma superficial e introdutória apenas, pois nossa intenção com esses conceitos eram apenas que os alunos ficassem cientes da existência e importância deles.

Tópico 12: Por dentro do átomo.

Esta aula finaliza nossa sequência de ensino, e a consideramos como o diferencial, além da história da ciência. Costumeiramente os conceitos que aqui abordaremos não são mostrados aos alunos neste referido ano do ensino médio, nem mesmo no 3º ano quando a radioatividade é discutida. Apresentamos a composição do próton e do nêutron, a interação entre os prótons, e o fenômeno da radioatividade. Para isso utilizamos um vídeo que irá explicar de forma clara e didática o fenômeno da radioatividade, tipos de emissão, aplicabilidade, benefícios, malefícios, e as partículas que compõe o átomo. O vídeo está disponibilizado no link abaixo. Após o vídeo para complementar a aula expomos aos alunos slides.

Vídeo: Mergulhando no mundo do átomo – Telecurso.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X0xfIKfXNsk>.

Figura 7 - Vídeo aula sobre o núcleo do átomo.



48 - Mergulhando no núcleo do átomo - Física - Ens. Médio - Telecurso

Fonte: da autora, 2018.

A seguir os slides:

CONHECENDO MELHOR O ÁTOMO

2

Este é o átomo

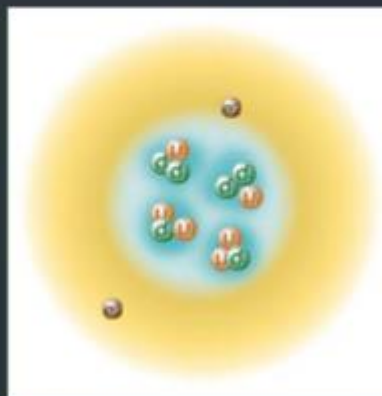


Imagem 1

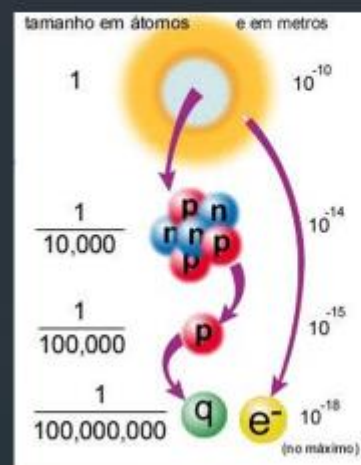


Imagem 2

3

Quarks

- **Quarks** são um tipo de partícula de matéria. A maior parte da matéria que vemos em nossa volta é feita de prótons e nêutrons, os quais são compostos de quarks.



Imagem 3

4

Prótons e Nêutrons

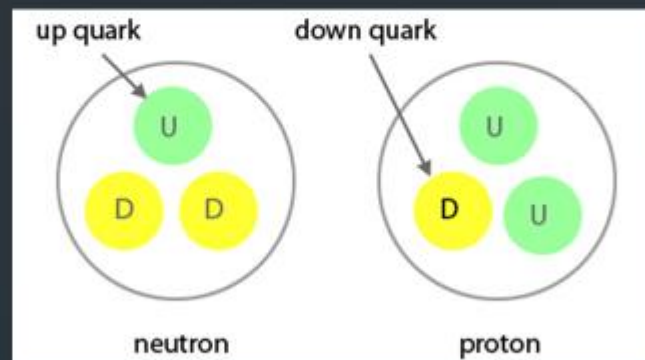


Imagem 4

5

► O que mantém essas partículas unidas?

- Os quarks além da carga eletromagnética têm outro tipo de carga, a chamada carga de cor. A força entre partículas carregadas com cor é muito forte, por isso essa força é, criativamente, chamada de FORTE.



Imagem 5

6

- A força forte segura os quarks grudados para formar hádrons, então, suas partículas transportadoras são caprichosamente chamadas de glúons porque elas "colam" os quarks juntos ("to glue" significa colar em inglês).



Imagem 6

7

- A força forte entre os quarks de um próton e os quarks de outro próton é forte o bastante para superar a força eletromagnética repulsiva.



Imagem 7

8

Matter

Atom

Electron

Proton

Neutron

Quarks

Nucleus

	LEPTONS		QUARKS	
Matter particles All ordinary particles belong to this group	Electron Responsible for electricity and chemical reactions; it has a charge of -1	Electron neutrino Particle with no electric charge, and possibly no mass; follows fly through your body every second	Up Has an electric charge of plus two-thirds; protons contain two, neutrons contain one	Down Has an electric charge of minus one-third; protons contain one, neutrons contain two
These particles existed just after the Big Bang. Now they are found only in cosmic rays and accelerators	Muon A heavier relative of the electron; it lives for two millionths of a second	Muon neutrino Created along with muons; other same particles decay	Charm A heavier relative of the up; found in 1974	Strange A heavier relative of the down; found in 1964
	Tau Heaviest still; it is extremely unstable. It was discovered in 1975	Tau neutrino Not yet discovered but believed to exist	Top Heaviest still	Bottom Heaviest still; interesting bottom quarks is an important test of electroweak theory

Force particles		Intermediate vector bosons		Gravitons	
Gluons Carriers of the strong force between quarks	Photons Particles that make up light; they carry the electromagnetic force	W⁺, W⁻, Z⁰ Carriers of the weak force	Gravitons Carriers of gravity		
Felt by quarks The explosive release of nuclear energy is the result of the strong force	Felt by quarks and charged leptons Electricity, magnetism and chemistry are all the results of electro-magnetic force	Felt by quarks and leptons Some forms of radio-activity are the result of the weak force	Felt by all particles with mass All the weight we experience is the result of the gravitational force		

Imagem 8

9

08



César Lattes

Área de atuação
Física atômica

Contribuição mais famosa
A descoberta do méson pi

Nascimento
11 de julho de 1924

Alma Mater
Universidade de São Paulo (USP)

Super Trunfo Tecmundo

Imagem 9

CESAR LATTES



Imagem 10

10

LHC – ACELERADOR DE PARTÍCULAS

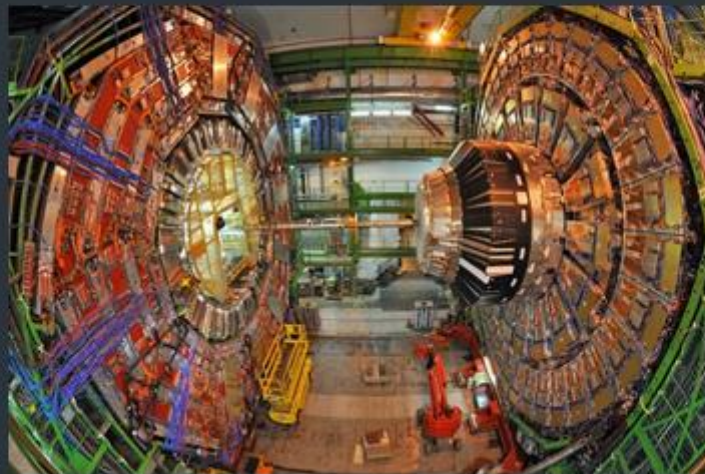


Imagem 11

11

- O Large Hadron Collider (LHC), ou Grande Colisor de Hádrons, é o maior equipamento desse tipo já construído até hoje. Localizado na fronteira entre a Suíça e a França, o LHC tem quase 27 km de circunferência.



Imagem 12

12

SIRIUS – acelerador de elétrons

- Sirius, a nova fonte de luz síncrotron brasileira, será a maior e mais complexa infraestrutura científica já construída no País e uma das primeiras fontes de luz síncrotron de 4ª geração do mundo. É planejada para colocar o Brasil na liderança mundial de produção de luz síncrotron e foi projetada para ter o maior brilho dentre todos os equipamentos na sua classe de energia.

13



Imagem 13

UVS – Luz Síncrotron

Sirius



Imagem 14

14

MAIS CURIOSIDADES....

- Visite o site A aventura das partículas, disponível em:
<https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>

15

Fontes e bibliografias.

- MERGULHANDO no núcleo do átomo - Aula 48 de física - Telecurso. São Paulo: Tv N, 2012. Son., color. Legendado. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X0xfIKfXNsk>. Acesso em: 06 maio 2019.
- Aventuras das Partículas. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 1: O átomo. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 2: O átomo. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 3: Quarks. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.

16

- Imagem 4: Próton e Nêutron. Disponível em: <http://sciexplorer.blogspot.com/2012/10/atoms-part-1-how-atoms-are-made.html>. Acesso em 06 maio. 2019.
- Imagem 5: Carga Forte. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 6: Glúon. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 7: Glúon. Disponível em: <https://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/frames.html>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 8: Representação da matéria. Disponível em: <https://home.cern/resources/image/physics/infographics-gallery>. Acesso em: 06 maio. 2019.

- Imagem 9: César Lattes. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/130039-genios-brasil-8-cesar-lattes-fisico-injusticado-premio-nobel.htm>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 10: César Lattes. Disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis/cesar_lattes.html. Acesso em: 06 de maio. 2019.
- Imagem 11: LHC. Disponível em: <http://theconversation.com/explainer-how-does-an-experiment-at-the-large-hadron-collider-work-42846>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 12: LHC. Disponível em: <http://www.washington.edu/news/2019/03/05/faser-detector-lhc/>. Acesso em: 06 maio. 2019.
- Imagem 13: UVX. Disponível em: <http://cnpem.br/portfolio-item/geral-lnts/>. Acesso em 06 maio. 2019.
- Imagem 14: Sirius. Disponível em: <http://cnpem.br/governo-tentara-retomar-negociacoes-com-argentina-para-uso-de-novo-acelerador-de-particulas/>. Acesso em: 06 maio. 2019.

Após essa apresentação mostramos aos alunos um material desenvolvido por nós para similar os prótons e os nêutrons com seus respectivos quarks, como na figura abaixo:

Figura 8 - Próton e Nêutron



Fonte: da autora, 2018.

Material utilizado para os modelos do próton e nêutron

- Seis bolinhas de isopor;
- Tinta guache de duas cores diferentes;
- Duas bolas de acrílico (são encontradas em lojas que vendem materiais de artesanato).

Procedimento:

- ✓ Pinte três bolinhas de isopor com uma única cor, essas poderão ser os quarks up.
- ✓ Pinte as outras três bolinhas de isopor com a tinta de cor diferente das bolinhas pintadas anteriormente, essas poderão ser os quarks down.
- ✓ Depois que as bolinhas estiverem com a tinta seca, basta separá-las de acordo com a composição de um próton e um nêutron, colocando-as dentro da bola de acrílico.

NOTA AO PROFESSOR: Aconselhamos a visita ao site Aventura das Partículas. Utilizamos uma aula de 50 minutos.

Desta forma encerramos nossa sequência didática, nas últimas aulas não sugerimos atividades porque não tínhamos carga horária disponível para a aplicação das mesmas. Deixamos bem claro que todas as atividades aqui propostas são apenas um exemplo de como utilizar a História da Ciência como meio de integração dos conteúdos de Modelos Atômicos e Radioatividade. Assim, como já salientamos, o professor que utilizar de nossa ideia poderá adaptar todas as atividades de acordo com sua necessidade, como também as formas de avaliar os seus alunos.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR - Sugestões de respostas para as atividades propostas

Pensando em como a vida de professor é corrida tentamos aqui otimizar o seu tempo com algumas possíveis respostas para as atividades propostas na sequência de ensino. Confira a seguir:



ATIVIDADE SOBRE DALTON

Fonte: <https://seuhistory.com/hoje-na-historia/nasce-john-dalton-o-precursor-da-teoria-atomica> (2018).

1) – O que você acha que motivou Dalton a criar um modelo atômico?

Resposta esperada: *De acordo com o texto trabalhado espera-se que eles falem sobre a ascensão e utilização das máquinas a vapor e seus estudos sobre a solubilidade dos gases em água e meteorologia, ou de forma geral seus estudos sobre os gases.*

2) - A partir do que você estudou sobre, diga como o modelo de Dalton explica as Leis Ponderais.

Resposta esperada: *Para Dalton o fato dos átomos serem indestrutíveis, em uma reação química eles se conservavam, o que ocorre é apenas um rearranjo dos átomos dando novas substâncias. Por exemplo, 3g de carbono se combinam com 4g de gás oxigênio, para formar 7g de monóxido de carbono. Segundo ele o “átomo composto de monóxido de carbono” é formado por “átomos simples” de oxigênio e carbono. E se dobrasse a quantidade dos átomos usados o resultando também dobraria.*

3) – Você acha que o modelo atômico de Dalton é útil? Por quê?

Resposta esperada: *Aqui são possíveis respostas considerando tanto o uso desse modelo no seu contexto de construção, como no contexto atual. Assim uma possível resposta pode ser que é sim um modelo útil pois ele explicava tanto as leis ponderais como também serviria para interpretar a constituição dos gases usados nas máquinas à vapor. Outra possível resposta seria dizer que é um modelo útil se consideramos o átomo como a unidade fundamental da matéria, pois isso já é suficiente para compreensão de várias propriedades químicas ainda*

hoje. Ambas são respostas aceitas, mas o ideal para essa atividade é que o aluno focasse no contexto da construção do modelo para falar de sua utilidade.

MATERIAL DE APOIO:

- ✓ Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para Sala de Aula - Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Faculdade de Educação da USP;
- ✓ Química Cidadã – Wildson Santos e Gerson Mól. 1º edição. São Paulo: Editora Nova Geração. 2010. Página: 174.
- ✓ A Natureza da Ciência e a Formação inicial de Professores: Análise de uma Proposta Didática Desenvolvida em um Curso de Licenciatura em Física. Danielle Aparecida Reis Leite e Dayane dos Santos Silva. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID557/v13_n5_a2018.pdf.



ATIVIDADE SOBRE THOMSON

Fonte da imagem: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0172219006000573-gr1.jpg> (2018).

1) – Você acha que o modelo atômico de Dalton poderia explicar as propriedades da matéria que Thomson pesquisava?

Resposta esperada: *Não, porque Thomson procurava uma explicação para a natureza elétrica da matéria, e o modelo proposto por Dalton não diz nada sobre essa propriedade, uma vez que o átomo é apenas esférico, maciço e indivisível.*

2) – Diga com suas palavras as diferenças dos modelos atômicos propostos por Dalton e Thomson.

Resposta esperada: *Dalton propõem que o átomo seja esférico, maciço e indivisível, já Thomson propõem que ele seja esférico de carga elétrica positiva, não maciço, com cargas elétricas negativas (elétrons) incrustadas.*

3) – A partir do que você estudou até aqui, qual foi a contribuição para a ciência do modelo atômico proposto por Thomson?

Resposta esperada: *Thomson contribui com a ciência com a descoberta de cargas elétricas negativas no átomo, que hoje conhecemos como elétrons.*

MATERIAL DE APOIO:

- ✓ Química – Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta machado. 3º edição. São Paulo: Editora Scipione.2017. Página: 139.
- ✓ Física em Casa – Luiz Antônio Oliveira Nunes e Alessandra Riposati Arantes. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos. 2009. Páginas:1-4. Esse livro está disponível no repositório de livros abertos da USP através do link: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/100>



ATIVIDADE SOBRE HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE

1) – Após o conhecimento desta história, o que mudou no seu conceito no que diz respeito a radioatividade?

Resposta esperada: *Aqui espera-se que o aluno faça uma comparação entre o que conhecia (e se conhecia) de radioatividade com as informações históricas. Respostas possíveis podem levar em consideração, por exemplo, se ele imaginava que esse conhecimento era anterior aos estudos envolvendo armas nucleares. De forma geral, a expectativa é que os alunos não conheçam muito sobre a história desse episódio e que suas respostas indiquem elementos que chamaram sua atenção.*

2) – O casal Curie estudando a pitchblenda, que é um minério de urânio, desconfiaram da existência de outro elemento radioativo nesta. Por quê?

Resposta esperada: *Quando o casal Curie estava estudando o minério de urânio, acharam que ele era composto de urânio, bismuto, bário e chumbo. Ao analisarem esses elementos separadamente perceberam que o urânio, bário e bismuto tinham uma atividade de emissão de raios. Como já conheciam as propriedades do bário e do bismuto, e que os mesmos não emitem raios, supuseram que havia novos elementos naquela amostra. Assim quando foram isolados receberam o nome de Rádio e Polônio.*

3) – Pode-se relacionar a luminosidade dos ponteiros de um relógio a algum fenômeno descrito no texto?

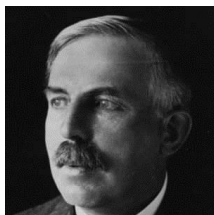
Resposta esperada: *Sim, o fenômeno que ocorre nos ponteiros de relógios é o da fosforescência, pois os ponteiros continuam a emitir luz durante um tempo, mesmo depois de não estarem sendo iluminados.*

4) – No texto cita que Marie Curie ganhou o Prêmio Nobel de Física e Química. Você acha que o estudo dos modelos atômicos tem alguma relação com a física, uma vez que vocês os estudam na disciplina de química?

Resposta esperada: *Essa pergunta permite avaliar se o aluno consegue perceber que um mesmo conceito pode ser útil em diferentes áreas do conhecimento. Assim são esperadas respostas que citem o uso do átomo na física, como por exemplo nos processos de eletrização, como também o uso do mesmo na química.*

SUGESTÃO DE MATERIAIS:

- ✓ Fluorescência e estrutura atômica: experimentos simples para abordar o tema.
- Ana Luiza Petillo Nery e Carmen Fernandez



ATIVIDADE SOBRE RUTHERFORD

Fonte: <https://www.biography.com/scientist/ernest-rutherford> (2019).

1) – Agora que você conhece a proposta de Rutherford para o átomo, desenhe ou esquematize um modelo para esse átomo.

Resposta esperada: *Para Rutherford o átomo contém um núcleo pequeno, denso com cargas positivas, em volta desse núcleo possui elétrons orbitando em uma região periférica denominada eletrosfera, e ainda podemos encontrar imensos espaços vazios.*

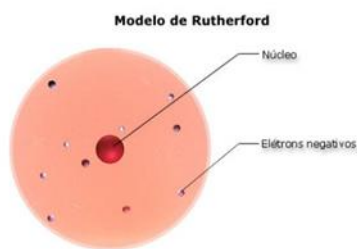


Imagem 1: Modelo do átomo de Rutherford. Fonte: Mesonpi. Disponível em: http://mesonpi.cat.cbpf.br/fisMod/O_atomo/o_atomo-main.htm, 2019.

2) – Você acha que o modelo atômico de Rutherford explica todas as propriedades da matéria?

Resposta esperada: *Esperávamos que eles respondessem que sim, uma vez que Rutherford consegue mostrar por meio do experimento com a folha de ouro que o átomo de Thomson não era satisfatório para os resultados obtidos, propondo um átomo com núcleo de carga positiva e em volta dele elétrons de carga negativa.*

3) - Antes de Rutherford propor seu modelo planetário, outras pessoas já haviam proposto algo parecido. Cite quem são elas, e de seu ponto de vista sobre o fato dos modelos propostos por eles não terem sido reconhecidos como o de Rutherford.

Resposta esperada: *Esperávamos que os alunos citassem os nomes de Jean Perrin, Hamtaro Nagaoka e John William Nicholson. É uma possível resposta ao não reconhecimento dos modelos sugeridos por eles, pode ser que as convicções deles acerca de seus átomos não*

convenceram a sociedade científica que de fato eram relevantes, como fez Rutherford ao mostrar que o modelo atômico de Thomson, não era suficiente para explicar o experimento de bombardeamento de radiação alfa.



ATIVIDADE SOBRE BOHR

Fonte: <https://www.atomicheritage.org/key-documents/bohrrs-safety>

1) – Conforme o seu conhecimento, o que motivou Bohr a propor um novo modelo atômico?

Resposta esperada: *Bohr procurava uma explicação para a instabilidade atômica do modelo planetário de Rutherford, já que era esperado que o elétron, em seu movimento ao redor do núcleo, estaria sujeito a uma aceleração centrípeta e dessa forma perderia energia na forma de onda eletromagnética. Se isso de fato acontecesse essa perda de energia faria com que o elétron “caísse” sobre o núcleo atômico, o que não acontece.*

2) – Depois da leitura do texto sobre Bohr diga quais as diferenças do modelo atômico de Bohr e Rutherford.

Resposta esperada: *Ambos os modelos propostos por Rutherford e Bohr possuem um núcleo central de carga positiva com elétrons (carga negativa) em órbitas ao seu redor, a diferença entre estes modelos é que Bohr propõem que as órbitas possuem quantidades definidas de energia, ou seja, elas são quantizadas, e que os elétrons conseguem saltar de uma órbita para a outra. Se ele saltar de uma órbita de menor energia para uma de maior energia o elétron irá absorver energia, este mesmo elétron quando retornar para sua órbita de origem liberará a energia absorvida em forma de fóton.*

3) – De acordo com o teste de chama realizado em sala de aula, utilize o modelo atômico de Bohr para explicar o que foi observado.

Resposta esperada: *O observado em sala de aula é que sais de diferentes metais quando colocados na chama produzem cores variadas, e isso pode ser explicado pelo modelo atômico proposto por Bohr. Ele diz que quando o átomo recebe energia por aquecimento ou radiação eletromagnética, cada elétron acumula uma quantidade de energia que equivale a 1 “quantum” e salta para uma órbita mais externa. Em seguida, após uma fração mínima de segundo, o elétron retorna a sua órbita original e libera igual valor da energia acumulada (1 quantum).*

Essa energia é liberada na forma de luz que equivale a 1 “fóton”, que será característico de cada elemento, como o cobre com uma chama de cor verde, e o sódio de cor amarela.

MATERIAL DE APOIO:

- ✓ A Espectroscopia e a Química da Descoberta de Novos Elementos ao liminar da Teoria Quântica. Carlos A.L. Filgueiras.
- ✓ Combustão, Chamas e Testes de Chamas para os Cátions: uma proposta de experimento. Augusto César Gracetto, Nobuto Hioka e Ourides Santin Filho.
- ✓ A Graça da Química. Teste de chama com spray. Disponível em: <https://agracadaquimica.com.br/teste-de-chama-com-spray/>. Acesso em: 17 set. 2019.

Os materiais sugeridos abaixo são referentes a aula do tópico 12, “**Por dentro do átomo**”.

MATERIAL DE APOIO:

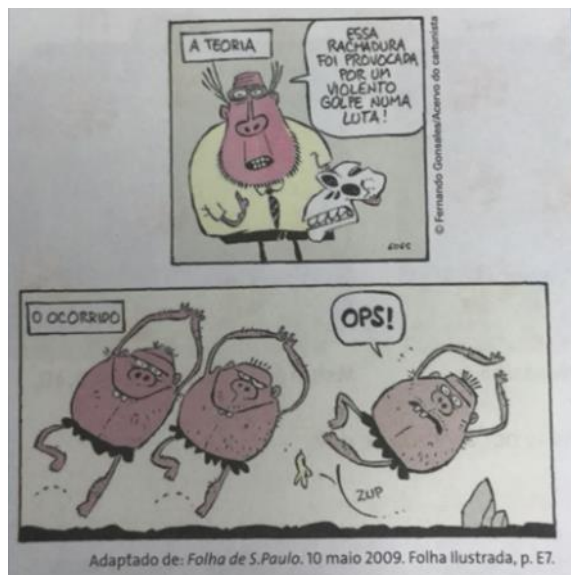
- ✓ O discreto Charme das Partículas elementares. Maria Cristina B. Abdala.
- ✓ O mágico dos quarks. A Física de partículas ao Alcance de Todos. Robert Gilmore.
- ✓ Vídeo: O discreto charme das partículas elementares. Filme produzido pela TV Cultura a partir do livro de mesmo nome. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2pfEwQq4pzE>
- ✓ Artigo, O Discreto charme das partículas elementares. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/charme.pdf>

MATERIAIS COMPLEMENTARES

Disponibilizamos a seguir como complemento a atividade avaliativa e o questionário caso o professor queira utilizá-los.

ATIVIDADE AVALIATIVA

01.(UEL –PR) Observe a charge a seguir:



A charge remete à ausência de um procedimento necessário na concepção de métodos de conhecimento científico fundamental na corrente empirista que é:

- A) O recuso à dedução lógica.
- B) A formulação de uma hipótese
- C) O uso da intuição.
- D) A prática da generalização.
- E) A verificação de evidências fatuais.

02. A partir do que você estudou diga qual a contribuição para a ciência do modelo atômico proposto por Thomson. Descreva esse modelo.

03. A reação de síntese de cloreto de hidrogênio é feita em condições constantes de pressão e temperatura.

HIDROGENIO +	CLORO →	CLORETO DE HIDROGÊNIO
7 gramas	7 gramas	A
B	C	15 gramas

a) Encontre os valores de A, B e C utilizando as Leis Ponderais.

b) Dê acordo com os cálculos que você realizou na alternativa anterior, diga qual a relação que eles têm com as Leis Ponderais e a Teoria Atômica de Dalton.

04. O que significa a radioatividade ser um fenômeno atômico?

05. O casal Curie estudando a pitchblenda, que é um minério de urânio, desconfiaram da existência de outro elemento radioativo nesta. Por quê?

06. (UFJF-MG) Associe as afirmações a seus respectivos responsáveis.

I. O átomo não é indivisível e a matéria possui propriedades elétricas (1897).

II. O átomo é uma esfera maciça. (1808).

III. O átomo é formado por duas regiões denominadas de núcleo e eletrosfera (1911).

A) I- Dalton, II- Rutherford e III- Thomson.

B) I- Thomson, II- Dalton e III- Rutherford.

C) I- Dalton, II- Thomson e III- Rutherford.

D) I- Rutherford, II- Thomson e III- Dalton.

E) I- Thomson, II- Rutherford e III- Dalton.

Referência:

PINTO, Giovana Teixeira; MARQUES, Deividi Marcio. Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 27-57, 2010.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. 3 v.

GABARITO DA AVALIAÇÃO

01. E) A verificação de evidências fatuais.

02. A contribuição de Thomson para a ciência foi a descoberta do elétron (partícula negativa do átomo). Thomson propõem que o átomo seja esférico de carga elétrica positiva, não maciço, com cargas elétricas negativas (elétrons) incrustadas.

03.

a) HIDROGÊNIO + CLORO → CLORETO DE HIDROGÊNIO

7 GRAMAS	7 GRAMAS	A
B	C	15 GRAMAS

Segundo a Lei de Lavoisier em uma reação química a massas dos reagentes (hidrogênio e cloro) sempre será igual a dos produtos formados na mesma (cloreto de hidrogênio). Desta forma temos:

$$A = 7 + 7$$

$$A = 14 \text{ gramas}$$

Para encontrar o valor de B aplicamos a Lei de Proust, que nos diz que as substâncias se combinam em uma relação de massas definidas. Assim podemos fazer a seguinte relação:

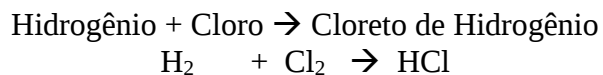
Hidrogênio		Cloreto de Hidrogênio
7 g	-----	14 g
B	-----	15 g
	$14 B = 7 \times 15$	
	$14 B = 105$	
	$B = 105 / 14$	
	$B = 7,5 \text{ gramas}$	

Como descobrimos o valor de B podemos aplicar a Lei de Lavoisier novamente para encontrarmos o valor de C:

$$\begin{aligned}
 B + C &= 15 \\
 7,5 + C &= 15 \\
 C &= 15 - 7,5 \\
 C &= 7,5 \text{ gramas}
 \end{aligned}$$

b) Para Dalton os átomos de elementos químicos iguais, possuem o mesmo tamanho, mesma forma, e a mesma massa. E quando em uma reação química, os átomos das substâncias envolvidas nos reagentes serão os mesmos átomos que aparecerão nas substâncias

formadas nos produtos. O que ocorre de fato é um rearranjo (reorganização) dos átomos das substâncias envolvidas nos reagentes. Desta forma, Dalton, afirma que a massa dos reagentes será igual à massa dos produtos. Veja a reação:



04. A radioatividade é um fenômeno atômico porque ele ocorre devido a instabilidade do núcleo atômico de alguns elementos químicos.

05. Quando o casal Curie estava estudando o minério de urânio, acharam que ele era composto de urânio, bismuto, bário e chumbo. Ao analisarem esses elementos separadamente perceberam que o urânio, bário e bismuto tinham uma atividade de emissão de raios. Como já conheciam as propriedades do bário e do bismuto, e que os mesmos não emitem raios, supuseram que havia novos elementos naquela amostra. Assim quando foram isolados receberam o nome de Rádio e Polônio.

06. B) I- Thomson, II- Dalton e III-Rutherford.

Questionário

DE ACORDO COM AS AULAS QUE VOCÊ TEVE DE MODELOS ATÔMICOS E RADIOATIVIDADE NO 3º BIMESTRE, RESPONDA AS PERGUNTAS ABAIXO:

- Na sua opinião qual aula foi mais interessante?
 - ☐ Aulas com contexto histórico
 - ☐ Aulas práticas demonstrativas
 - ☐ Aulas com vídeo/ slides
- O que lhe chamou mais atenção nessa aula?
- Qual fato histórico você achou curioso?
- Qual personagem/ cientista você mais gostou?
- De acordo com sua resposta anterior, como o personagem que você escolheu contribuiu com a ciência?
- O que você entende sobre radioatividade?
- Para você, como é o átomo?
- De forma geral avalie as aulas que você teve durante o 3º bimestre em:
 - ☐ Ótima
 - ☐ Muito boa
 - ☐ Boa
 - ☐ Ruim
- Deixe um comentário ou alguma sugestão.