

Guia Didático do Professor

Simulação **Espectroscopia**

Estrutura atômica

Química
1ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Alessandra Archer

Tito Tortori

Revisão

Camila Welikson

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Amanda Cidreira

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

Simulação (Software)

Tema: Espectroscopia

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Estrutura atômica

Conceitos envolvidos: espectroscopia, espectroscópio de Bunzen, espectro de absorção, espectro contínuo, espectro de emissão, espectro de Fraunhofer, espectro solar, ondas eletromagnéticas, teste da chama.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Reconhecer aspectos fundamentais da espectroscopia a partir de simulação de experimentos clássicos.

Objetivos específicos:

Reconhecer o conceito de espectro solar;

Compreender que a luz visível corresponde a uma pequena faixa das radiações eletromagnéticas;

Citar fogos de artifício e arco-íris como exemplos de fenômenos ligados a espectroscopia;

Explicar sucintamente o princípio de funcionamento de um espectroscópio;

Identificar o teste da chama como um parâmetro que permite identificar, através da coloração, a presença de elementos químicos nas amostras testadas;

Reconhecer que a espectroscopia está associada ao processo de absorção e liberação de energia pelos elétrons.

Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

Tempo previsto para a atividade:

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

Introdução

A simulação sobre espectroscopia é um recurso pedagógico para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e despertar no aluno o interesse pelo tema a ser trabalhado em sala de aula. A característica principal da simulação é a interação, portanto, aproveite essa particularidade a seu favor e incentive seus alunos a resolver os desafios propostos no software.

O guia apresenta orientações gerais e sugestões de leituras. Além disso, traz dicas de sites que podem ser acessados para pesquisas e consultas. Este guia é, portanto, um material de apoio para ajudá-lo a transformar o processo de ensino-aprendizagem em algo atraente e interessante, atentando para a qualidade e a seriedade com que o ensino deve ser transmitido.

Existem duas opções para trabalhar a simulação: durante a aula, você, professor, pode coordenar o ritmo da navegação pelas telas ou os alunos podem navegar de modo autônomo e posteriormente organizar um debate sobre o software.

Para fazer a melhor escolha, sugerimos que estude a simulação e elabore o método que melhor se adapte ao planejamento da sua aula. Lembre-se apenas de permanecer o tempo todo dentro da sala de informática, tirando dúvidas e acompanhando a turma, principalmente se a navegação dos alunos estiver sendo realizada de modo autônomo.

Não se esqueça de reservar a sala de informática para o dia da aula e lembre-se de checar se os computadores possuem os requisitos técnicos para a utilização do software:

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

professor!

As tecnologias utilizadas como ferramenta educacional, incluindo o software, representam uma nova abertura para o despertar da consciência sobre a importância do conhecimento na atualidade.

dica!

Sugira que os alunos leiam o texto online *Entenda como os cientistas sabem a composição química dos planetas e estrelas para entender melhor as bases da espectroscopia*. Disponível em <http://www.apolo11.com/espectro.php>

1. Apresentação Do Tema

O que um arco-íris tem a ver com a espectroscopia? Como é possível produzir fogos de artifício com tantas cores diferentes. Esse é um bom começo para contextualizar a técnica que comprovou que as moléculas e os átomos absorvem e emitem luz em comprimentos de onda determinados. Discuta com os alunos que as cores existem a partir das diversas formas de interação entre a luz e os átomos que formam as substâncias dos corpos dos seres vivos, corpos, objetos e tudo mais.

Outra maneira de contextualizar o tema desta aula é usar os fogos de artifício, tal como é feito na simulação. Converse com a turma sobre a variedade de cores desses fogos e pergunte se eles sabem como essas cores são produzidas. Explique que os elementos químicos como o sódio, cobre ou lítio misturados à pólvora na forma de sais são responsáveis por essas tonalidades, assim os alunos irão começar a relacionar as cores aos elementos.

2. Atividades – Na Sala De Computadores

Para começar a aula, você pode informar que a espectroscopia é uma técnica experimental usada em vários ramos da ciência, tais como medicina, astronomia, geologia, metalurgia, química e biologia molecular.

Explique que essa variedade de aplicações se deve ao fato de que cada espécie atômica (elemento químico) possui um espectro característico, que serve como uma impressão digital única. Essa simulação discute aspectos fundamentais em relação aos fenômenos luminosos relacionados com a espectroscopia.

O ARCO-ÍRIS E O ESPECTRO SOLAR

Converse com seus alunos sobre o **arco-íris**. Explique que ele é simplesmente uma ilusão de ótica provocada pelas gotas de chuva que **refratam** (dispersam) e refletem a luz do sol da mesma forma, isto é, dispersando-a em seu espectro.

Explique que as cores resultantes dessa **decomposição da luz solar** foram chamadas de **espectros solares**. Questione os alunos se eles sabem quais são as cores que compõem o arco-íris e informe que vão do vermelho ao violeta, passando por laranja, amarelo, verde, azul e anil (ou índigo).

Aponte a tela da simulação que apresenta um exemplo de espectro solar. Peça que os alunos tentem lembrar onde eles viram um espectro semelhante além do arco-íris. Lembre-os que os discos de CDs e DVDs, da mesma forma que os prismas, permitem a visualização de espectros luminosos.

Destaque a imagem da simulação que mostra um prisma de vidro decompondo a luz branca e demonstrando que ela é composta por todas as cores do arco-íris.



Informe que o cientista inglês **Isaac Newton** foi o primeiro cientista a investigar o espectro solar a partir de uma série de experimentos clássicos com o uso de prismas como o da imagem anterior e o **disco de Newton**.

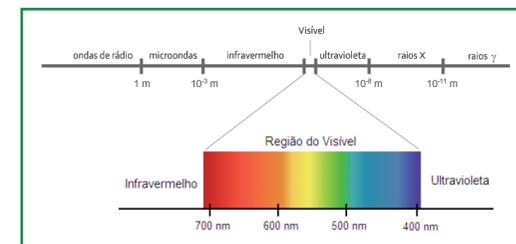
O espectro solar, além das suas sete cores, apresenta radiações invisíveis ao olho humano. Mas, como os químicos chegaram a essa conclusão?

Explique para os alunos que a luz visível é uma região do espectro magnético que está localizada em uma região visível.

REGIÃO DO VISÍVEL

É interessante trazer informações de descobertas históricas de cientistas como o químico sueco **Carl Wilhelm Scheele** que, em 1777, pôs amostras de cloreto de prata em cada uma das regiões coloridas do espectro solar obtido com um prisma. Desse modo, Scheele percebeu que quanto mais próximo da extremidade violeta, maior era o escurecimento do material. Assim, concluiu que a luz violeta era a mais energética do espectro.

Em 1801, outro cientista, o alemão **Johann Wilhelm Ritter**, pôs uma amostra de prata na região escura além do violeta e descobriu surpreso que a reação de redução da prata se dava ainda com mais facilidade. Desses experimentos, concluiu-se que havia uma radiação mais alta que a luz violeta, invisível a nossos olhos, que foi denominada ultravioleta. Destaque para os alunos a tela da simulação que apresenta os limites da região do visível.



dica!

Saiba mais sobre os fenômenos ligados a espectroscopia lendo o artigo *Estrutura atômica* de NISENABUM, Moisés André. Disponível em http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_estrutura_atmica.pdf

dica

O objeto educacional **Espectro eletromagnéticos** disponível no Portal do Professor e indicado no link a seguir poderá ajudá-lo no planejamento da sua aula.

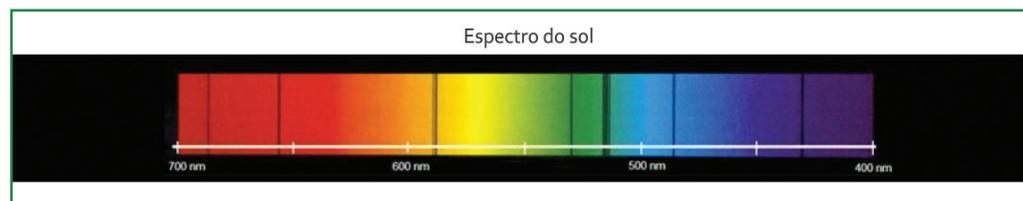
<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/13986/open/file/index.html?sequence=2>

Relembre que essas cores são, na verdade, o resultado da decomposição da luz branca na região do espectro visível que podem ser produzidas com o auxílio de um prisma, pelas gotas da chuva em um arco-íris ou a partir de outros fenômenos óticos.

LINHAS DE FRAUNHOFER

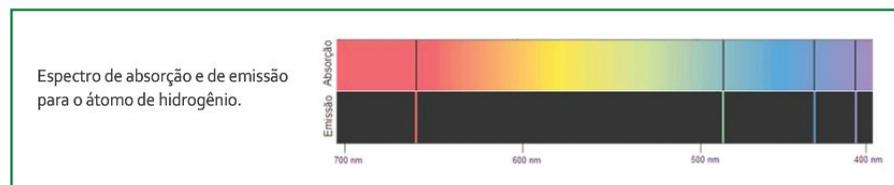
Informe que o cientista alemão Joseph Fraunhofer observou, também com o uso de prismas, que o espectro solar possui centenas de linhas negras sobre as cores. Esse conjunto de linhas espectrais ficou conhecido como **Espectro de Fraunhofer** e desencadeou, posteriormente, uma importante descoberta. Os alemães Gustav Kirchhoff e Robert Whilhem Bunsen perceberam que essas linhas eram causadas pela absorção da luz pelos elementos químicos presentes nas camadas mais externas do Sol. Explique que algumas das faixas de linhas observadas também eram consequência da absorção da luz pelo oxigênio existente na atmosfera.

Destaque a imagem da simulação que mostra o espectro solar com as linhas escuras identificadas pelos pesquisadores alemães.



Informe para os alunos que a descoberta de Fraunhofer foi de extrema importância para a pesquisa da composição dos corpos celestes que emitem energia eletromagnética. Para que os alunos possam compreender, esclareça que os fótons podem ser absorvidos por um átomo, causando o salto de um elétron de um orbital para outro.

Cada um desses saltos – também chamados de excitação – é associado com um comprimento de onda específico e, por estarem associados a energia captada pelos elétrons, são denominados espectros de absorção.



Na imagem do espectro de absorção e de emissão para o átomo de hidrogênio, os alunos poderão observar melhor esses espectros. Ressalte que para um dado gás — no caso, o hidrogênio —, as linhas do **espectro de emissão** (banda inferior da figura) são exatamente aquelas que faltam no **espectro de absorção** (banda superior da figura).

ESPECTROSCÓPIO

Fraunhofer, sabendo que com um prisma era possível separar os diversos comprimentos de onda da luz visível, teve a ideia de acoplar uma luneta e uma chapa fotográfica a um prisma e, desse modo, criou o **espectroscópio**.

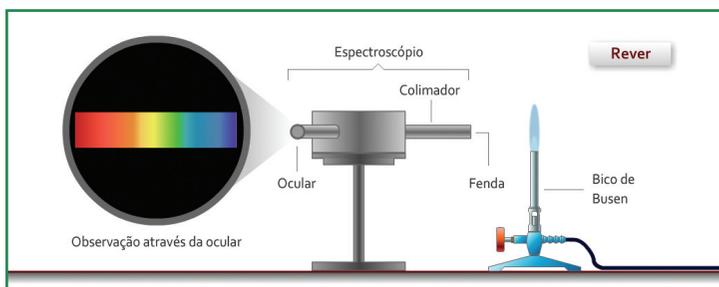
Ele apontou o espectroscópio para o Sol e revelou a chapa fotográfica, descobrindo a existência de linhas escuras. Ao invés de aparecerem todos os comprimentos de onda, alguns haviam desaparecido no espectro final. Explique que esse fato foi associado aos elementos presentes no Sol ou no trajeto entre a sua luz emitida até chegar ao nosso planeta.

Informe que os espectroscópios são equipamentos usados para a análise da radiação, em geral de **ondas eletromagnéticas**. É possível saber o valor da temperatura da superfície solar, por exemplo, por meio da determinação do valor do comprimento de onda do máximo do espectro contínuo.

ESPECTROS DOS ELEMENTOS

Ressalte para os alunos que os elementos, quando aquecidos, emitem luz. Observou-se que quanto maior a temperatura do material que constitui a fonte, mais amplo será o espectro obtido, enriquecido com frequências maiores. Explique que essa análise permite verificar, por exemplo, a temperatura de um alto-forno ou mesmo de uma estrela que esteja sendo observada.

O software apresenta um experimento com o **espectroscópio de Bunzen**. Destaque para os alunos a imagem que representa o espectro da chama formado pelo equipamento.



Peça aos alunos que cliquem sobre as varetas de platina das soluções de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de lítio (LiCl) para realizar o aquecimento no Bico de Bunzen. Oriente-os a observar a diferença entre as cores dos espectros das duas substâncias. Informe que esse procedimento é chamado de “teste da chama”.

professor!

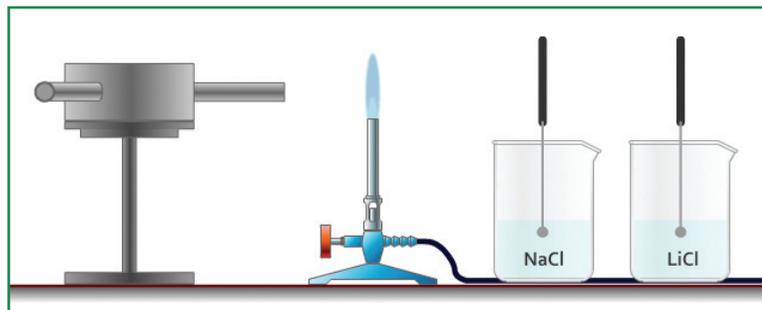
Saiba mais sobre a importância da espectroscopia na pesquisa sobre a estrutura atômica da matéria com o artigo *Compreensão da Estrutura da Matéria*, de ALMEIDA, Wagner B. e SANTOS, Hélio F. Química Nova na Escola, nº 4, maio de 2001, p. 6-13. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/mod-teor.pdf>.



mais detalhes!

O artigo *A Espectroscopia e a Química*, de FILGUEIRAS, Carlos A.L., publicado na revista *Química Nova na Escola*, nº 3, maio de 2006, p. 22-25, poderá ajudá-lo na elaboração desta aula. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf>

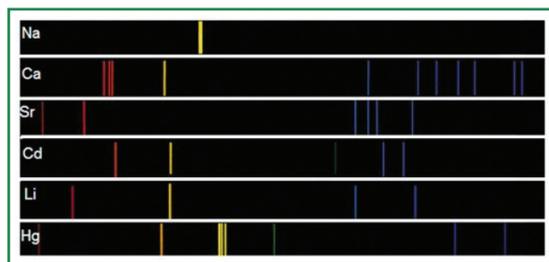
Neste teste é usada uma alça de platina com cabo para capturar uma pequena porção da amostra a ser testada e levá-la até a chama. Lembre aos alunos que a platina é um metal nobre que, por ser pouco reativo, permite que apenas a substância coletada seja queimada.



Em seguida, explique que cada elemento produz **linhas específicas de espectros** que são **únicas**. Isso caracteriza uma “impressão digital” que permite identificar cada elemento diferenciando-o dos demais. Conclua com a turma que é possível caracterizar os elementos a partir do seu espectro.

Lembre que a observação dos espectros na atmosfera possibilitou a identificação de novos elementos, como o rubídio, o célio e o hélio, por exemplo. A título de curiosidade, informe que o nome do gás hélio foi inspirado no deus grego do Sol, que se chama Helios, por que esse elemento foi primeiramente descoberto no Sol e apenas 27 anos depois é que foi identificado em nosso planeta.

Outros elementos químicos também receberam nomes em função de análises espectrográficas como o célio, do latim “caesium” (céu azul) e rubídio, também do latim “rubidius” (vermelho escuro).



Destaque a imagem que mostra a “impressão digital” deixada pelo espectro de emissão de cada um dos elementos exemplificados: sódio (Na), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), cádmio (Cd), Lítio (Li) e mercúrio (Hg). Lembre-os que cada elemento tem um espectro de emissão específico.

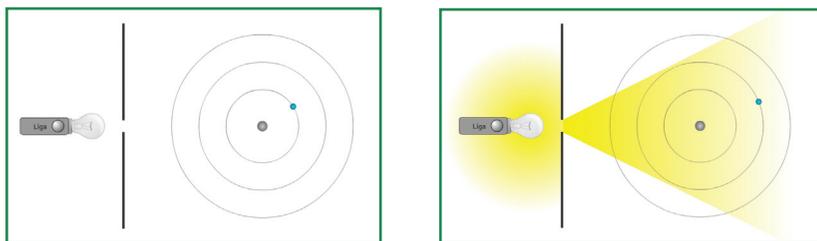
ESPECTROS ATÔMICOS

Ressalte para os alunos a informação de que um dos mistérios solucionados pela espectroscopia diz respeito à absorção de determinados comprimentos de onda pelos átomos. Explique que na segunda metade do século XX, o cientista dinamarquês **Niels Bohr** utilizou a hipótese quântica de Max Planck, aplicando-a ao modelo atômico proposto por Rutherford para calcular uma série de órbitas permitidas ao elétron e também o valor de energia de cada uma dessas órbitas.

Desse modo, esclareça para os alunos que os dois postulados mais importantes para compreender os **espectros atômicos** determinam, primeiro, que um elétron descreve uma órbita circular ao redor do núcleo e, nessa condição, não emite ou absorve energia, sendo um estado estacionário. Havendo uma perturbação no sistema, o elétron pode passar a uma das órbitas mais afastadas do núcleo.

Porém, ressalte que essa passagem do elétron de uma órbita a outra mais afastada só ocorrerá se o elétron absorver exatamente a quantidade de energia equivalente à diferença de energia entre as duas órbitas em questão. Quando a perturbação terminar, o elétron volta para a sua órbita original e emitirá a mesma quantidade de energia absorvida originalmente.

Peça que os alunos façam a simulação do segundo postulado de Bohr. Indique que eles cliquem no botão *ligar* da lâmpada e observem que o elétron, ao passar para o estado "excitado" graças à energia dos fótons, faz um salto quântico passando para o próximo nível da eletrosfera.



TIPOS DE ESPECTROS

Ressalte que dependendo do ambiente e do material, há **três tipos** de resultados de espectros diferentes: **contínuo, de emissão e de absorção**. O **espectro contínuo** é o aquecimento de materiais de alta densidade, como os metais. Já o **espectro de emissão** é obtido com o aquecimento de gases, enquanto o **de absorção** acontece quando a luz atravessa gases frios.

mais detalhes!

O programa *É Tempo de Química*, produzido pela PUC-Rio como parte do projeto CONDIGITAL, apresenta o episódio *Espectroscopia*, dentro da temática *Estrutura Atômica*, que aborda a questão das características do solo. Você pode encontrar este vídeo no Portal do Professor.



mais detalhes!

Você poderá saber mais sobre os experimentos de Newton sobre a natureza da luz lendo o artigo *A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula*, de SILVA, Cibelle Celestino e MARTINS, Roberto de Andrade. Revista Ciência & Educação, volume 9, nº 1, 2003, p.53-65.

Caso esse comprimento de onda seja absorvido antes que possamos vê-lo, a cor não será visível. Ressalte que essa é a explicação para as linhas que sumiram no espectro do Sol, ou seja, alguns átomos, como o hidrogênio e o hélio, por exemplo, absorvem a radiação vinda do Sol e, por isso, os comprimentos de onda não chegavam à Terra, deixando uma linha no lugar do comprimento de onda absorvido. Explique que esses são os chamados espectros de absorção.

Para que os alunos possam compreender melhor, faça uma comparação indicando que da mesma maneira que o átomo passa a um estado excitado ao absorver o comprimento de onda da lâmpada, o mesmo acontece com as soluções ao serem aquecidas, pois o calor é uma forma de energia. Explique que o processo é o mesmo, com os elétrons indo a estados de maior energia e retornando a seus estados fundamentais, emitindo o comprimento de onda que absorveu, liberando energia na forma de luz (espectro de emissão).

3. Atividades Complementares

- a) Proponha que os alunos divididos em grupos **reproduzam experimentos** envolvendo **fenômenos óticos como o disco de Newton**. Você poderá orientar os alunos a partir das instruções presentes no site <http://educacao.uol.com.br/planos-aula/fundamental/ciencias-construindo-o-disco-de-newton.jhtm>.
- b) Divida os alunos em grupos e proponha que eles **pesquem os fenômenos espectroscópicos** no nosso cotidiano e, em seguida, organizem uma apresentação dos grupos. No fim das apresentações, formalize um debate sobre os conceitos e exemplos abordados.

4. Avaliação

Professor, fique atento ao **desempenho e participação dos alunos** durante a atividade, pois a partir daí você será capaz de determinar se os objetivos da aula foram atingidos ou se há necessidade de revisar o que foi apresentado.

Sugira que a turma comente e opine sobre a simulação e, em seguida, avalie e reflita sobre o **processo de ensino-aprendizagem**. Se necessário, redefina os elementos do planejamento de forma que os objetivos sejam alcançados.

A avaliação é muito mais do que simplesmente atribuir conceitos e notas. Considere a participação dos alunos, o levantamento de dúvidas e questões pertinentes e a demonstração de interesse pela matéria.

Lembre-se que também é importante avaliar o **seu próprio trabalho!**

SIMULAÇÃO - SOFTWARE

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Gabriel Neves

Design

Amanda Cidreira

Joana Fellipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson