

MODELOS PARA O ÁTOMO: ATIVIDADES ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS MULTIMÍDIA

Glenda Rodrigues da Silva* (IC), Andréa Horta Machado (FM), Katia Pedroso Silveira (FM)

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)- Av. Antônio Carlos, 6.627 - Pampulha - Belo Horizonte – MG Cep: 31270-90 – Tel: (31) 3409-5000. *glendars@ymail.com

Palavras-Chave: modelo atômico, recurso multimídia.

RESUMO: O presente trabalho apresenta sugestões de atividades envolvendo a utilização de recursos multimídia no ensino dos modelos para o átomo. Esses recursos são simulações, animações e vídeos encontrados na internet gratuitamente para usos com fins pedagógicos e podem atuar como ferramentas mediadoras na aprendizagem desse tópico fundamental da Química.

INTRODUÇÃO

PRINCÍPIOS PARA A ABORDAGEM DE MODELOS PARA O ÁTOMO NO ENSINO MÉDIO

A Química pode ser compreendida como uma ciência que, ao ser trabalhada no ensino médio, tem como foco de interesse as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais. Algumas publicações sugerem que a abordagem do conhecimento químico nesse nível de ensino considere alguns aspectos: o fenomenológico, o aspecto teórico e o representacional (Mortimer et al, 2000; Brasil, 2002).

O aspecto fenomenológico refere-se aos fenômenos de interesse da Química, o aspecto teórico aos modelos e teorias e o representacional à linguagem química com suas fórmulas e equações, e à linguagem matemática como gráficos e representações de modelos por meio de desenhos (Mortimer *et. al*, 2003). Os modelos teóricos são amplamente utilizados no estudo da Química e Chassot (1996) aponta que estes são construídos para “facilitar nossas interações com os entes modelados”. Para compreender o comportamento e as propriedades dos materiais precisamos nos apoiar em diversos modelos teóricos como os modelos atômicos, por exemplo. Dada a vasta utilização dos modelos é necessário que primeiro se estabeleça uma compreensão de seu significado na linguagem científica.

Os modelos foram desenvolvidos para que pudéssemos formular explicações para os fenômenos os quais temos acesso apenas a nível macroscópico e são as mais úteis construções da Ciência (Chassot, 2000). Millar (2003) aponta que são os modelos que dão significado ao que pensamos sobre os fenômenos, considerando o que foi observado. Chassot (2000) também argumenta desta forma quando diz que os modelos se relacionam a realidades sobre as quais conhecemos apenas algumas informações e, assim, fazemos modelos aproximados do ente modelado com maior ou menor riqueza de detalhes, dependendo do quanto conhecemos e nos relacionamos com o modelado. Os modelos são passíveis de mudanças por não serem cópias da realidade tendo sido denominados por Chassot de “prováveis modelos” quando este se referiu aos modelos atômicos em um artigo de 1996. O caráter mutável do modelo reflete o próprio caráter mutável e dinâmico da ciência que sendo desenvolvida pela mente humana está em constante mudança (Brasil, 2002). Nesse contexto, podemos considerar duas definições para modelo: 1. *representação parcial de uma entidade, elaborado com um, ou mais, objetivo(s) específico(s) e que pode ser modificado* (Justi,

2010, apud Gilbert; Boutler; Elmer, 2000) e 2. *situação provável e não algo certo ou acabado* (Chassot, 2000).

Para compreender o comportamento e as propriedades dos materiais precisamos nos apoiar em diversos modelos teóricos como os modelos atômicos por exemplo. Para entender um fenômeno inicialmente fazemos um modelo em nossas mentes imaginando como ele é até que elaboramos uma representação por meio de imagens concretas, uma vez que *imaginar é criar imagens* (Chassot, 1996).

A necessidade de se usar modelos decorre de duas limitações: (1) Os modelos se destinam a descrições de situações com as quais dificilmente interagiremos, e das quais conhecemos apenas os efeitos; e (2) os modelos são simplificações de situações muito diversificadas, para as quais haveria necessidade de milhares de descrições diferentes. Estas duas limitações concorrem muito, ainda que diferentemente, para que determinemos as nossas exigências sobre o modelo que vamos elaborar. (CHASSOT, 2000, p.249).

O estudo de modelos atômicos ocorre frequentemente durante o primeiro ano do Ensino Médio e se apresenta como tema importante para a compreensão de vários tópicos do ensino de Química que serão abordados posteriormente. Esse tema envolve a elaboração de ideias abstratas e o uso de recursos multimídia pode favorecer a compreensão do conteúdo pelos alunos que estão desenvolvendo a capacidade de abstração (Tavares, 2006). Os alunos iniciam os estudos sobre os modelos atômicos com conceitos que já têm consigo e que são diferentes dos científicos (Mortimer, 1995) e provenientes do que veem no seu cotidiano macroscópico (Brasil, 2002). Esse tema exigiu grande capacidade de abstração e não possibilita a realização de muitos experimentos, além disso, não é de fácil contextualização. Assim, torna-se um assunto que muitos estudantes não compreendem bem, não gostam e acabam por memorizar porque muitas vezes não estabelecem relações com os outros tópicos da Química e outros contextos.

A partir do estudo dos modelos atômicos o aluno pode compreender melhor o significado das representações para as transformações químicas. O modelo de Dalton, por exemplo, é suficiente para possibilitar uma ferramenta teórica que ajude o aluno a explicar como ocorrem os rearranjos dos átomos. Entretanto, serão necessários outros modelos mais complexos para explicar como são formadas as ligações químicas e como é o processo de solubilização das substâncias, entre outros. Para o estudo desses temas será necessário que o estudante amplie seu conhecimento considerando outros modelos teóricos. Portanto, os modelos atômicos são utilizados como ferramentas teóricas para auxiliar na compreensão de outros modelos teóricos formulados a fim de explicar as propriedades dos materiais.

O USO DE SIMULAÇÕES E VÍDEOS COMO FERRAMENTAS PARA A ABORDAGEM DE MODELOS PARA O ÁTOMO

O ensino de Química apoia-se em inúmeros modelos teóricos que são utilizados para explicar muitos temas abstratos de difícil compreensão para a maioria dos alunos, o uso das simulações poderá contribuir para facilitar o estudo desses modelos teóricos.

É fundamental que o aluno compreenda o que são modelos e como sua utilização é importante no ensino e pesquisa em Química. Os modelos atômicos, frequentemente, são os primeiros modelos teóricos com os quais os alunos têm contato em Química e são fundamentais para a compreensão de vários temas da Química, principalmente dos demais modelos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN

(Brasil, 2000) destacam a importância da inserção da tecnologia na educação básica que pode ser feita por meio da utilização de recursos possibilitados pela informática. Assim, os recursos multimídia apresentam-se como ferramentas cuja utilização em sala de aula poderá contribuir de forma significativa para o aprendizado dos alunos sobre os modelos atômicos e ainda promoverá o uso da informática em sala de aula. Podemos destacar que os recursos multimídia constituem-se como instrumentos ou ferramentas com grande potencial para ajudar os alunos a elaborar formas de pensar nas quais sejam estabelecidas relações entre fenômenos, modelos e representações.

O Ministério da Educação (MEC) mantém um portal de acesso gratuito para os professores denominado “Portal do Professor” (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>) o qual foi desenvolvido para que professores da educação básica possam trocar experiências facilitando e dinamizando seu trabalho (MEC)¹. Nesse portal estão disponíveis sugestões de aulas e inúmeros recursos de forma gratuita. Elaboramos uma sugestão de aula sobre modelos atômicos que será posteriormente incorporada ao Portal do Professor para que os professores de todo o país tenham acesso ao material. O tema escolhido, modelos atômicos, é de suma importância por se tratar de um modelo teórico amplamente utilizado em Química. Para a representação dos mesmos utilizaremos as simulações.

Neste trabalho, apresentamos sugestões para a incorporação de simulações e vídeos como ferramentas mediadoras na construção do conhecimento sobre modelos para o átomo. Para tanto, elaboramos um guia de apoio para o professor e outro para o aluno, seguindo o modelo disponibilizado pelo MEC na página Portal do Professor e sugerimos simulações disponíveis no portal PhET (*Physics Education Technology* - http://phet.colorado.edu/pt_BR/) e vídeos disponíveis nos portais Youtube (<http://www.youtube.com>) e pontociência (<http://www.pontociencia.org.br>). Esses guias são apresentados como sugestões para o desenvolvimento de aulas e contarão com tutoriais sobre como utilizar as simulações em uma sequência didática abrangendo todos os modelos atômicos abordados no Ensino Médio. Eles contam ainda com atividades constituídas de questões que irão agregar às simulações um caráter investigativo e não apenas demonstrativo.

Todos os recursos aqui apresentados estão disponíveis na *internet* para *download*. Dessa forma, alunos e professores podem utilizá-los dentro e fora de sala de aula da forma que julgarem adequadas.

SUGESTÕES DE ATIVIDADES

As sugestões de atividades apresentadas a seguir abordam os modelos atômicos de Dalton a Bohr que serão analisados de acordo com a evolução histórica dos mesmos. Para isso, dividimos as aulas em três partes: Do atomismo ao modelo de Dalton – Parte I, Dos raios catódicos a radioatividade – Parte II, Do modelo atômico de Rutherford ao modelo atômico de Bohr – parte III. Para essas atividades os alunos podem ser divididos em grupos de 05 a 06 alunos. Os recursos e experimentos podem ser utilizados, preferencialmente, na ordem proposta no Quadro 1 a seguir. Se a escola possuir uma sala de informática as aulas podem ser realizadas nesta, caso esteja disponível apenas um computador conectado a um projetor multimídia o professor pode manipular as simulações em conjunto com os alunos.

¹ Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 30 Mar. 2012.

Quadro 1: Sugestão de sequência e tipo de recursos a serem utilizados.

Nome do Recurso	Tipo de recurso	Tema
Tudo é matéria	Vídeo	Início do pensamento atomista
Modelo Atômico de Dalton	Animação	Modelo Atômico de Dalton
Evidências para a natureza elétrica na constituição dos materiais	Experimento	Natureza elétrica da matéria
Balões e eletricidade estática	Simulação	Natureza elétrica da matéria
Rayos catódicos	Vídeo	Características dos raios catódicos
Espalhamento de Rutherford - opção Átomo pudim de passas	Simulação	Átomo de Thomson
Radioatividade através de experimentos - O experimento de Becquerel	Vídeo	Descoberta da radioatividade
O mistério de Rutherford	Vídeo	Características das partículas alfa e beta
Radioatividade - partículas alfa e beta	Vídeo	Características das partículas alfa e beta
O desvio da partícula beta	Vídeo	Características das partículas beta
Espalhamento de Rutherford - opção Átomo de Rutherford	Simulação	Átomo de Rutherford
Teste atômico	Vídeo	Transições eletrônicas
Espectro Eletromagnético	Animação	Espectro Eletromagnético
Modelos do átomo de hidrogênio	Simulação	Modelo de Dalton ao Modelo atual

INFORMAÇÕES SOBRE AS ATIVIDADES

MODELOS PARA O ÁTOMO

Para este tema não há muitos experimentos que podem ser desenvolvidos, então utilizaremos várias simulações, vídeos e um experimento para que os alunos façam atividades que permitirão, com o auxílio do professor, que todos os modelos estejam abordados, assim como o momento histórico em que foram desenvolvidos. Nossa proposta é que os alunos interajam com as simulações, orientados por questionários que serão propostos com o objetivo de mediar esta interação de forma a possibilitar o diálogo com os aspectos considerados em cada simulação.

DO ATOMISMO AO MODELO DE DALTON – PARTE I

Nossa sugestão é que a aula seja iniciada contextualizando-se historicamente como o questionamento sobre a constituição da matéria se iniciou no mundo da Grécia antiga levando ao surgimento das primeiras ideias atomistas. Sugerimos que seja exibido o vídeo “Tudo é matéria” (<http://tinyurl.com/6vmtzfn>) que faz parte da série “Mundos Invisíveis” do físico Marcelo Gleiser, exibido pelo programa “Fantástico” da Rede Globo. O vídeo mostra a concepção das ideias sobre a constituição da matéria abordando o que acreditavam os filósofos Tales, Heráclito, Leucipo e Demócrito. A

descoberta do elétron e a importância dessa descoberta para o desenvolvimento tecnológico também é abordada.

Sugerimos que o professor faça uma discussão ao término do vídeo sobre os principais assuntos abordados. Com esse vídeo pode-se ainda iniciar uma discussão sobre o que são modelos, discutindo com os alunos como estes têm caráter mutável e salientar como os modelos de constituição da matéria evoluíram ao longo da história.

Para introdução ao modelo de Dalton sugerimos que se utilize a animação “Modelo Atômico de Dalton” (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18565>). Essa animação apresenta uma abordagem histórica demonstrando como Dalton propôs seu modelo e como explicou a combinação entre os átomos para formar os compostos, além da sistematização das características do modelo.

A seguir, é interessante dirigir o foco para os fenômenos que evidenciem a natureza elétrica dos materiais. Isto vai organizar as ideias para a discussão sobre o modelo de Thomson.

DOS RAIOS CATÓDICOS A RADIOATIVIDADE – PARTE II

Para a introdução ao caráter elétrico dos materiais sugerimos o experimento “Evidências para a natureza elétrica na constituição dos materiais” ou a simulação “Balões e eletricidade estática” (<http://phet.colorado.edu/pt/simulation/balloons> – versão mais recente ou <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=11951>). Essas atividades permitem ao aluno observar evidências de que o átomo é constituído por partículas menores, carregadas eletricamente e que têm a possibilidade de se movimentar. Se a escola possuir todos os materiais é interessante que as duas atividades sejam realizadas. Os roteiros de como utilizar cada recurso estão a seguir.

EXPERIMENTO - EVIDÊNCIAS PARA A NATUREZA ELÉTRICA NA CONSTITUIÇÃO DOS MATERIAIS (ADAPTADO DE MORTIMER *ET AL*, 2005) – ORIENTAÇÕES AO ALUNO

Materiais: Folha de papel, régua de plástico, papel toalha, canudinho de refresco, suporte com garra, linha, pente e bastão de vidro.

- 1- Recorte a folha de papel em pedaços pequenos e aproxime a régua de plástico desses pedaços de papel, sem tocá-los. Observe e registre o ocorrido. Tente explicar o que provocou o fenômeno observado.
- 2- Atrite a régua com o papel toalha e aproxime-a do papel picado tomando o cuidado para não tocá-lo. Observe e registre o ocorrido. Tente explicar o que provocou o fenômeno observado.
- 3- Amarre um canudinho de refresco com uma linha e prenda-o a um suporte de forma que este possa girar sem tocar o suporte. Atrite uma extremidade do canudinho e um bastão de vidro em papel toalha e aproxime-os sem que os mesmos se toquem. Observe e registre o ocorrido. Tente explicar o que provocou o fenômeno observado.
- 4- Passe o pente em um cabelo limpo e aproxime-o do canudinho atritado como anteriormente. Observe e registre o ocorrido. Tente explicar o que provocou o fenômeno observado.

Após a realização do experimento, tente explicar todos os fenômenos observados utilizando o modelo atômico de Dalton. Responda: O modelo de Dalton é suficiente para explicar estes fenômenos?

SIMULAÇÃO “BALÕES E ELETRICIDADE ESTÁTICA”

Esta simulação possui a imagem de uma blusa de lã no canto esquerdo, uma parede no canto direito e um ou dois balões ao centro. Na parte inferior da tela encontramos as opções de comando *Mostrar todas as cargas*, *Não mostrar nenhuma carga*, *Mostrar cargas resultantes*, *Dois balões*, *Ignorar a carga inicial do balão*, *Parede*, *Recomeçar* e *Ajuda*.

A seguir damos o passo a passo de como desenvolver algumas atividades com essa simulação e alguns itens que podem ser usados na discussão.

BALÕES E ELETRICIDADE ESTÁTICA – ORIENTAÇÕES AO ALUNO

- 1- Marque as opções *Não mostrar nenhuma carga* e *Parede*. Clique sobre o balão e arraste-o sobre a blusa simulando um movimento de “esfregar” o balão sobre a blusa. Leve o balão à sua posição inicial e solte-o. O que ocorreu com a blusa e o balão quando estes foram atritados? Por que o balão foi atraído pela blusa?
- 2- Clique sobre o balão novamente e aproxime-o da parede. Anote o que ocorreu e explique se o comportamento do balão neste momento pode ser explicado da mesma forma que você explicou o que observou na questão anterior.
- 3- Agora, mova o balão um pouco para esquerda, em direção à blusa, e solte-o. Por que o balão se move na direção observada ao invés de ir na direção contrária?
- 4- Clique em *Recomeçar*. Marque as opções *Mostrar todas as cargas* e *Parede*. Repita os procedimentos anteriores. Reveja suas repostas e caso ache necessário dê novas respostas ao que foi inicialmente respondido.
- 5- Clique em *Recomeçar*. Marque as opções *Mostrar cargas resultantes* e *Parede*. Repita os procedimentos anteriores. Novamente avalie se as respostas anteriores são condizentes ao que foi agora observado.
- 6- Clique em *Recomeçar*. Marque as opções *Mostrar todas as cargas*, *Dois balões* e *Parede*. Clique em um balão e arraste-o rapidamente sobre a blusa, em seguida clique no segundo balão e também o arraste sobre a blusa. Aproxime os balões. Anote o observado e explique por que isto ocorre.

EVIDÊNCIAS PARA A NATUREZA ELÉTRICA NA CONSTITUIÇÃO DOS MATERIAIS E BALÕES E ELETRICIDADE ESTÁTICA – ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

O objetivo dessa atividade é trabalhar a eletricidade estática a fim de mostrar aos alunos uma limitação existente no modelo de Dalton que considerava os materiais como neutros e os átomos indivisíveis. Alguns alunos já têm consigo a concepção de que cargas de sinais iguais se repelem enquanto cargas de sinais contrários se atraem, assim essa atividade auxiliará na compreensão de quais são essas cargas e quais delas podem mover-se: os elétrons. Este é um item a ser salientado, já que os alunos costumam fazer confusões quanto a qual partícula tem mobilidade. Deve-se ficar atento à representação das cargas na simulação uma vez que os alunos podem imaginar que as cargas têm o aspecto de um sinal positivo e um sinal negativo. Sugerimos mais uma vez que o professor mostre para os alunos que se trata de um modelo e como tal é

apenas uma representação daquilo que não vemos e tentamos explicar, não sendo uma cópia da realidade.

Para que o experimento tenha um caráter investigativo é importante que os próprios alunos sejam instigados a estabelecerem relações sobre o comportamento dos materiais ao serem atritados entre si. Durante a discussão do que foi observado pelos alunos pode-se trabalhar também sobre o que os resultados experimentais obtidos sugerem sobre a constituição da matéria e se o modelo de Dalton pode explicá-los, já que este considerava os materiais neutros.

MODELO ATÔMICO DE THOMSON – ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Dando prosseguimento ao desenvolvimento histórico pode-se abordar como foram os estudos de Thomson com os raios catódicos. Para exemplificar as características destes raios sugerimos que se utilize o vídeo *Rayos catódicos* (<http://youtu.be/1dPv5WKBz9k>). Este vídeo apresenta uma ampola, como a de Crookes, na qual são demonstradas propriedades dos raios como o deslocamento em linha reta, a carga elétrica negativa - com a observação de que são desviados por um campo magnético - e o fato de possuírem massa por serem capazes de girar um objeto colocado em seu interior. Sugerimos que os alunos sejam questionados sobre as características dos raios catódicos que levam a essas conclusões antes que elas sejam apresentadas no vídeo. Sugerimos ainda que sejam relacionadas as características dos raios catódicos com as características das partículas constituintes destes, os elétrons.

Após estas atividades, sugerimos que os alunos proponham modelos para o átomo de Thomson, diferente daquele proposto por Dalton, e que possa explicar o fenômeno observado no vídeo. Após estas proposições o modelo atômico de Thomson pode ser apresentado utilizando-se a imagem encontrada na simulação *Espalhamento de Rutherford* na opção *Átomo pudim de passas* (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering). A simulação exemplifica os resultados que seriam obtidos por Rutherford caso o modelo de Thomson estivesse adequado, mas como o modelo de Rutherford ainda não foi estudado até este momento o professor pode utilizá-la apenas para ilustrar o átomo comparando-a aos modelos propostos pelos alunos. Este recurso representa o átomo como uma nuvem vermelha, massa positiva, incrustada por bolinhas azuis, elétrons. Alguns alunos interpretam o átomo deste modelo como algo plano. Esta ideia, provavelmente, foi retirada da analogia ao pudim de passas. O professor pode auxiliar os alunos, neste aspecto, demonstrando que Thomson também considerava o átomo esférico. Outro ponto que merece atenção é a distribuição das cargas. Os alunos, algumas vezes, acreditam que as cargas estão apenas na superfície do átomo e não distribuídas de forma homogênea.

RADIOATIVIDADE – ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

A abordagem da descoberta da radioatividade é importante de ser feita visto que ocorreu simultaneamente ao desenvolvimento do modelo de Thomson e foi base para as pesquisas que culminaram no modelo de Rutherford. Sugerimos que a abordagem sobre a radioatividade seja feita utilizando os vídeos *Radioatividade através de experimentos - O experimento de Becquerel*, *O mistério de Rutherford*, *Radioatividade - partículas alfa e beta* e *O desvio da partícula beta*. Esses vídeos produzidos pelo portal pontociência abordam todo o aspecto histórico em que se desenvolveram estes estudos e por meio de animações ilustram os experimentos

realizados pelos cientistas da época. O vídeo *O experimento de Becquerel* permite aos alunos aprenderem o que é radiação e radioatividade, enquanto o vídeo *O mistério de Rutherford* mostra como foram descobertas as partículas alfa e beta e os vídeos *Radioatividade - partículas alfa e beta* e *O desvio da partícula beta* tratam das características dessas partículas como a comparação entre suas massas e cargas elétricas. Aqui é importante salientar aos alunos a importância de não se expor a essas fontes de radiação dado seus poderes de penetração e alterações que podem provocar em nosso organismo. Além dos vídeos o *site* pontociência possui algumas sugestões de abordagem sobre o assunto.

DO MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD AO MODELO ATÔMICO DE BOHR – PARTE III

O ÁTOMO DE RUTHERFORD – ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

O modelo de Rutherford pode ser abordado inicialmente realizando-se o experimento feito por Geiger e Marsden utilizando a simulação *Espalhamento de Rutherford* na opção *Átomo de Rutherford* (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulaton/rutherford-scattering).

A simulação reproduz o experimento, mas deve-se ficar atento a alguns pontos importantes. A simulação traz o núcleo do átomo contendo prótons e nêutrons. Como sabemos até aquele momento os nêutrons não eram conhecidos e Rutherford se referia ao núcleo apenas como uma região de carga positiva. Rutherford supunha a existência dos nêutrons, mas essas partículas foram descobertas apenas na década de 1930.

A proporção entre o tamanho do núcleo e a distância núcleo-eletrosfera também pode ser trabalhada nesta simulação, visto que nos cantos do quadrado que limita o átomo apresentado há uma linha tracejada por onde circula um elétron. É importante salientar para os alunos que esta simulação não está em escala e esta distância é apenas simbólica como forma de representar a grande diferença desta proporção. A simulação permite ainda que se varie o átomo testado, então é possível investigar e discutir como a variação do tamanho do núcleo atômico interfere nos desvios das partículas alfa, lembrando que a alteração do número de nêutrons não afeta a trajetória das partículas. Outro aspecto muito interessante desta simulação é o de permitir a comparação entre os modelos de Thomson e Rutherford. Com ela pode-se demonstrar que, ao contrário do que se esperava na época, os elétrons não sofreram grandes desvios o que explica porque o modelo de Thomson foi substituído pelo de Rutherford.

O ÁTOMO DE RUTHERFORD – ORIENTAÇÕES AO ALUNO

- 1- Marque a opção *Exibir traços* e clique no botão vermelho, situado à esquerda da tela, sobre a pistola. Isso fará com que sejam liberadas partículas que representam as partículas alfa. Observe e anote o ocorrido. Considerando as características das partículas alfa, explique o que foi observado na simulação.
- 2- Mova o controle deslizante *Energia* aumentando a energia das partículas alfa. Explique como isto afeta os desvios das trajetórias das partículas alfa. Agora reduza a energia e explique como isto afeta os desvios das trajetórias das partículas alfa.
- 3- Clique em *Reiniciar tudo?*. Mova os controles deslizantes *Número de prótons* e *Número de nêutrons* e faça os passos anteriores para o átomo de alumínio.

Consulte na tabela periódica o número de prótons deste átomo. As trajetórias das partículas alfa foram alteradas pela modificação do núcleo atômico? A alteração de qual partícula, próton ou nêutron, provocou essa mudança? Qual é então a carga dessas partículas? Os desvios para o átomo de alumínio foram maiores ou menores? Explique a diferença dos desvios apresentados pelos dois átomos.

- 4- Clique na opção *Átomo Pudim de Passas*. Clique sobre a pistola para ativar a emissão das partículas alfa. Observe o que ocorre. Por que este comportamento é observado? Este modelo atômico é suficiente para explicar os resultados obtidos pelo modelo de Rutherford estudado anteriormente? Por quê?

O ÁTOMO DE BOHR – ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Antes de se iniciar o estudo sobre o modelo de Bohr sugerimos que seja feito o teste de chama. Caso a escola não possua o material necessário sugerimos o vídeo *Teste atômico* (<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=787&TESTE+ATOMICO>) de produção do pontociência. Neste vídeo é realizado o teste de chama para alguns elementos metálicos e percebemos a cor da chama característica destes. Pode-se perguntar aos alunos se eles são capazes de explicar o observado utilizando os modelos atômicos já estudados. Antes de passar à etapa seguinte é interessante que se explique o espectro eletromagnético da luz. Para isso, sugerimos a animação “Espectro Eletromagnético” (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/17484/info.html>).

Para o modelo de Bohr pode-se utilizar a simulação *The Bohr model* (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17906>) – Figura 1.

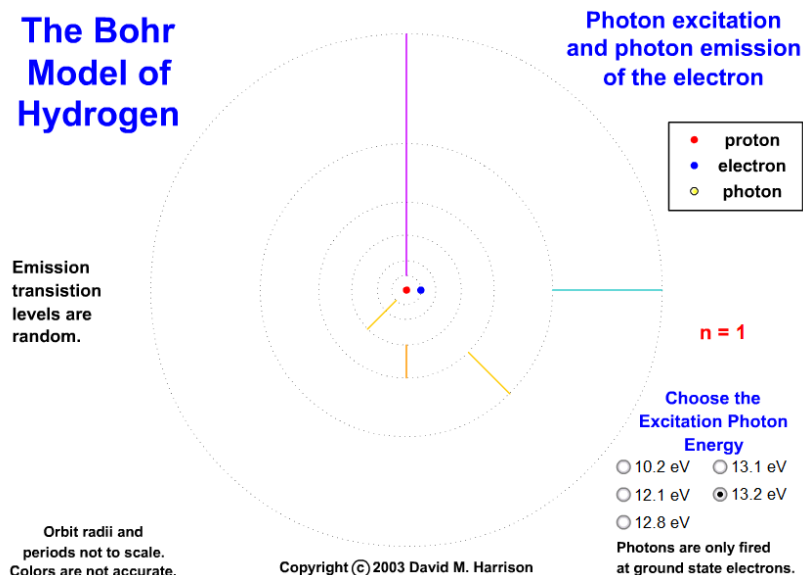


Figura 1: Simulação *The Bohr model*

Esta simulação exibe o átomo de hidrogênio com o núcleo formado por uma pequena esfera vermelha que corresponde ao próton. As órbitas estacionárias propostas por Bohr são representadas por círculos pontilhados em torno do núcleo. Nestas órbitas um elétron (esfera pequena azul) está girando e pode mover-se entre elas exemplificando as transições eletrônicas. Para isto, um fóton (pequena esfera amarela) vai de encontro ao elétron. A energia do fóton que irá excitar o elétron pode

ser alterada no comando *Choose the Excitation Photon Energy* no canto direito inferior e os valores de energia são dados em eV (elétron-volt) – $1,602 \cdot 10^{-19}$ J.

As transições eletrônicas são representadas por traços coloridos que abrangem os níveis ocupados pelo elétron quando excitado e após emitir fótons. Os traços entre os níveis apresentam cores aleatórias, não indicando, portanto, a cor real observada no espectro de emissão do átomo de hidrogênio. Para acompanhar entre quais níveis estão ocorrendo as transições, ao lado direito da tela há uma letra *n* que apresenta valores variando de 1 a 6 que são os níveis energéticos exibidos nesta simulação.

O ÁTOMO DE BOHR – ORIENTAÇÕES AO ALUNO

- 1- Clique em 10.2 eV no canto inferior direito. Observe o que ocorre e responda às perguntas seguintes.
 - a) O que as “bolinhas” amarelas observadas na simulação representam? (Peça ajuda ao professor para explicar sobre a constituição da luz).
 - b) Note que em torno do núcleo há círculos pontilhados, chamados órbitas, e que o elétron se move entre essas órbitas. O que é necessário ocorrer com o elétron para que ele possa se mover entre essas órbitas? Como a simulação representa o que você indicou como necessário?
 - c) De acordo com as características das órbitas explique o que ocorre quando o elétron passa de uma órbita mais externa para uma órbita mais interna e como isto é representado na simulação.
- 2- Clique em 12.1 eV. O elétron se move apenas entre as órbitas observadas quando você clicou em 10.2 eV? Clique nos demais valores de energia e observe. As demais órbitas foram ocupadas? Por que isso ocorre? O que é necessário fazer na simulação para que a última órbita seja atingida?
- 3- Mantenha o valor 13.2 eV selecionado e responda às perguntas seguintes.
 - a) Note que no canto direito da simulação há uma letra *n* que apresenta valores variando de 1 a 6. O que significam estes valores?
 - b) Quando o elétron se move de uma órbita mais externa para outra mais interna qual a energia do fóton emitido? Lembre-se que cada órbita possui um valor fixo de energia.
 - c) Se um átomo for incidido com um fóton com energia igual a 13.2 eV será emitido apenas um fóton com essa mesma energia ou serão emitidos fótons com valores de energia diferentes? Dê sua resposta com base no observado na simulação e ao respondido nas questões anteriores. Se sua resposta for a indicação de fótons diferentes, como isso é observado na simulação.
 - d) Como podemos relacionar o observado nessa simulação ao que foi exibido no *Teste de chama* e/ou no *Teste atômico*? Por que os elétrons são excitados no teste de chama mesmo que não esteja sendo incidido um feixe de luz sobre eles?

Para aprofundar a discussão sobre o modelo de Bohr e a relação com o espectro de linhas pode-se utilizar a simulação *Modelos do átomo de hidrogênio* (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=10471> ou http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom). Esta é uma simulação mais complexa e traz todos os modelos citados além do modelo atual denominado modelo de Schrodinger e de deBroglie. Esta simulação nos dá a opção de se utilizar o modo experimental e o modo de predição dos modelos. Isso permite fazer a comparação do comportamento entre o que é possível prever para todos os modelos quando

submetidos a um feixe de luz monocromático ou um feixe de luz branca e o comportamento real de um átomo submetido às mesmas condições. O modelo para esse átomo não é mostrado tendo sido substituído por uma interrogação. Dessa forma o aluno pode ser instigado a descobrir qual dos modelos apresentados é compatível ao observado experimentalmente.

AVALIAÇÃO

A avaliação pode ser feita durante as atividades a partir das questões que serão respondidas. Pode-se também utilizar a animação “A química das cores nos fogos de artifício” (http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_fogos.htm) como instrumento de avaliação. Essa animação explica o princípio químico em que se apoia o funcionamento dos fogos de artifício e os alunos podem ser orientados a relacionar o modelo de Bohr ao observado na simulação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos multimídia têm a possibilidade de ser utilizados em sala de aula como ferramentas mediadoras do processo ensino-aprendizagem. Numa atividade cuja abordagem seja investigativa o objetivo é mediar as interações dos alunos com o conhecimento químico. Nesta forma de utilizar os recursos multimídia tem-se a intenção de fazer perguntas que ensejam a utilização dos recursos multimídia como ferramenta para a elaboração do pensamento.

Inúmeros recursos estão disponíveis na *internet* de forma gratuita e podem ser incorporados pelos professores às suas aulas como ferramentas auxiliares à aprendizagem. Além do Portal do Professor há outros *sites* que possuem inúmeros objetos educacionais que podem ser incorporados às aulas sem a necessidade de muitos aparatos ou estrutura.

AGRADECIMENTOS

Pró-Reitoria de Graduação da UFMG e Colégio Técnico da UFMG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: SEMTEC, 2000. 109 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEMTEC, 2002. 141p.

BRASIL. Ministério da Educação. Portal do Professor – Apresentação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 30 Mar. 2012.

CHASSOT, Attico. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 3, p. 3, Maio 1996. Disponível em: < <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/ensino.pdf>>. Acesso em: 26 Mar. 2012.

_____. **Alfabetização científica: questões e desafios para a Educação**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2001, 438 p.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: MALDANER, O.; SANTOS, W. L. P. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. 4ed. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 209-230.

MILLAR, Robin. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Tradução de Jordelina Lage Martins Wykrota e Maria Hilda de Paiva Andrade. Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 73-91, Out. 2003.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, Abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422000000200022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 Mar. 2012.

_____. MACHADO, Andréa Horta. **Química**. São Paulo: Scipione, 2005.

_____. Concepções Atomistas dos Estudantes. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 1, p. 23-26, Maio 1995. Disponível em: < <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf>>. Acesso em: 28 Mar. 2012.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. In: **IV ESUD – Congresso de Ensino Superior a Distância**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: < <http://rived.mec.gov.br/artigos/2006-IVESUD-Romero.pdf>>. Acesso em: 26 Mar. 2012.