

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA  
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**SINARA QUELI WELTER**

**UTILIZAÇÃO DE MASSA DE MODELAR COMO UM RECURSO  
DIDÁTICO PARA UMA MELHOR APRENDIZAGEM DA EVOLUÇÃO  
DOS MODELOS ATÔMICOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO  
2011**

SINARA QUELI WELTER

**UTILIZAÇÃO DE MASSA DE MODELAR COMO UM RECURSO  
DIDÁTICO PARA AUXILIAR A APRENDIZAGEM DA EVOLUÇÃO  
DOS MODELOS ATÔMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão 2 Licenciatura, do Curso Superior de Bacharelado e Licenciatura em Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Regina Budziak Fukamachi

## TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **Utilização de massa de modelar como recurso didático para uma melhor aprendizagem da evolução dos modelos atômicos** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° **011L2** de 2010.

Fizeram parte da banca os professores.

Dra. Cristiane Regina Budziak Fukamachi

Dr. Henrique Emilio Zorel Junior

Dra. Elídia Ferri

À minha mãe Hedi R. Welter, que apoiou e incentivou a realização deste sonho.

À memória de meu pai, Arlindo Z. Welter, pelo exemplo de vida.

À Cleidimar Nardi, pelo carinho e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus.

À professora Dra. Cristiane Regina Budziak Fukamachi pela dedicação em orientar este trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Aos alunos e a escola na qual foram aplicadas as metodologias.

Aos professores da banca examinadora, Dr. Henrique Emilio Zorel Junior, Dra. Patricia Teixeira Marques e Dra. Elídia Ferri pela atenção e contribuição dedicadas a este trabalho.

Ao professor Msc. Mauro Vestena.

Aos meus colegas e amigos, que sempre estiveram presentes nos momentos de dificuldade.

À minha família, pois sem o seu apoio e incentivo, a realização deste sonho não seria possível.

À Cleidimar Nardi, pelo seu carinho, amor e compreensão.

## RESUMO

WELTER, Sinara Q. Utilização de massa de modelar como um recurso didático para uma melhor aprendizagem da evolução dos modelos atômicos. 2011. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado e Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

Este trabalho refere-se ao ensino dos modelos atômicos no Ensino Médio. Quando esse conteúdo é abordado em sala de aula, há certa dificuldade na assimilação pelos alunos. Isso se deve à difícil visualização do átomo em si, por se tratar de algo tão minúsculo que não podemos tocar e, tão pouco, visualizar. Como forma de minimizar este efeito, propõe-se a utilização de massa de modelar como um recurso didático no ensino dos modelos atômicos, juntamente com algumas atividades experimentais simples, relacionadas com os modelos estudados.

**Palavras-chave:** Modelo atômico. Linha do tempo. Atividade experimental. Metodologia. Aprendizagem.

## ABSTRACT

WELTER, Sinara Q. Use of clay as a teaching tool for better learning of the development of atomic models. 2011. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado e Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

This work refers to the teaching of atomic models in high school. When this content is addressed in the classroom, there is some difficulty in assimilating by the students. This is due to difficult visualization of the atom itself, because it is something so tiny you can not touch, and not even to see. As a way to minimize this effect, we propose the use of clay as a teaching resource in the teaching of atomic models, along with some simple experimental activities related to the models studied.

**Keywords:** Atomic model. Timelines. Experimental activity. Methodology. Learning.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON.....	15
FIGURA 2 - TUBO DE RAIOS CATÓDICOS, ONDE O RAIOS CATÓDICO SOFRE DESVIO PELO PRATO POSITIVO .....	16
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DO MODELO ATÔMICO DE THOMSON .....	17
FIGURA 4 - O EXPERIMENTO DE RUTHERFORD, GEIGER E MARSDEN.....	18
FIGURA 5 - MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD .....	19
FIGURA 6 - ELÉTRON EMITINDO ENERGIA CONTINUAMENTE, O QUE FAZ COM QUE O RAIOS DE SUA ÓRBITA DIMINUA CADA VEZ MAIS.....	20
FIGURA 7 - MODELO ATÔMICO DE BOHR .....	21
FIGURA 8 - LINHA DO TEMPO DOS MODELOS ATÔMICOS .....	25
FIGURA 9 - ALUNOS CONFECCIONANDO OS MODELOS ATÔMICOS COM MASSA DE MODELAR .....	28
FIGURA 10 - MODELOS ATÔMICOS CONFECCIONADOS PELOS ALUNOS COM MASSA DE MODELAR .....	29
FIGURA 11 - RESPOSTA DA QUESTÃO 1 ELABORADA POR UM ALUNO DA TURMA A .....	32
FIGURA 12 - RESPOSTA DA QUESTÃO 1 ELABORADA POR UM ALUNO DA TURMA A .....	32
FIGURA 13 – RESPOSTA DA QUESTÃO 1 ELABORADA POR UM ALUNO DA TURMA B .....	34
FIGURA 14 - RESPOSTA DA QUESTÃO 1 ELABORADA POR UM ALUNO DA TURMA B .....	34

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - NÚMERO DE ALUNOS DA TURMA A QUE RESPONDERAM CADA RESPOSTA PADRÃO NA QUESTÃO NÚMERO 1, E A NOTA ATRIBUÍDA PELA RESPOSTA.....	31
TABELA 2 - NÚMERO DE ALUNOS DA TURMA B QUE RESPONDERAM CADA RESPOSTA PADRÃO NA QUESTÃO NÚMERO 1, E A NOTA ATRIBUÍDA PELA RESPOSTA.....	33
TABELA 3 - NÚMERO DE ALUNOS DA TURMA A QUE ASSINALARAM CADA ALTERNATIVA.....	34
TABELA 4 - NÚMERO DE ALUNOS DA TURMA B QUE ASSINALARAM CADA ALTERNATIVA.....	35
TABELA 5 - NOTAS FINAIS DAS AVALIAÇÕES DAS TURMAS A E B .....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PORCENTAGEM DE ALUNOS QUE ACERTARAM AS QUESTÕES

..... 37

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 - OBSERVAÇÕES E CONCLUSÕES FEITAS POR RUTHERFORD AO REALIZAR O EXPERIMENTO .....	45
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
3.1 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DOS MODELOS ATÔMICOS .....	13
3.2 A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS .....	14
3.3 OS MODELOS E O ENSINO DE QUÍMICA .....	22
3.4 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA .....	22
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
4.1 METODOLOGIA APLICADA NA TURMA A .....	24
4.2 METODOLOGIA APLICADA NA TURMA B .....	24
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
5.1 COMPORTAMENTO E CARACTERÍSTICAS DAS TURMAS .....	26
5.1.1 Apresentação do conteúdo teórico .....	26
5.1.2 Atividade em laboratório .....	26
5.1.3 Aplicação da avaliação .....	30
5.2 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO .....	31
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>ANEXO B – RESUMO DOS MODELOS ATÔMICOS</b> .....	<b>45</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Um dos conteúdos abordados no Ensino Médio é o estudo do átomo e a evolução dos modelos atômicos. A essência da matéria vem sendo estudada desde a Grécia antiga, e a partir de então surgiram várias propostas de modelos atômicos.

Mas, quando esses modelos são abordados no Ensino Médio, há certa dificuldade na assimilação deste conteúdo pelos alunos. Isso se deve à difícil visualização do átomo em si, por se tratar de algo tão minúsculo que não podemos tocar e, tão pouco, visualizar. Há também, por parte dos alunos, a dificuldade de relacionar os diferentes modelos atômicos com os fenômenos do dia-a-dia, e com as observações que levaram a construção destes modelos. Portanto nos deparamos com a necessidade de se elaborar novas metodologias para o ensino dos modelos atômicos.

O que se espera deste trabalho é que os alunos possam fixar o conteúdo relacionando-o com os modelos atômicos que eles produziram. Isso proporcionará a visualização de alguns modelos de átomos, que a olho nu não são visíveis, o que causa incompreensão aos alunos.

Com isso, propõe-se a utilização de massa de modelar como um recurso didático no ensino dos modelos atômicos, que geralmente são de difícil entendimento para os alunos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Aplicar uma metodologia diferenciada para o ensino da evolução dos modelos atômicos no Ensino Médio.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o aprendizado de duas turmas de Ensino Médio, através de duas metodologias diferentes;
- Observar o desenvolvimento de algumas habilidades como criatividade e trabalho em grupo, durante o desenvolvimento da atividade;
- Comparar os resultados dos dois métodos empregados.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DOS MODELOS ATÔMICOS

Segundo Eichler (2000), um dos conceitos mais importantes em química é o do átomo. Como se sabe, a preocupação com a essência da matéria fez parte da filosofia da Grécia antiga e foi nessa época que se postulou a noção de átomo. Mas, até os dias de hoje, o conceito de átomo foi modificado através de diversas teorias, que utilizaram vários dados empíricos e modelos conceituais distintos.

No entanto, com relação à aprendizagem desse conceito, trabalhos dedicados à análise da abordagem da estrutura atômica no ensino de química da escola básica têm mostrado sua inadequação e a necessidade de se elaborar novas metodologias para o seu ensino (EICHLER, 2000).

Eichler (2000) afirma que algumas análises de metodologia para o ensino dos modelos atômicos estão relacionadas aos livros didáticos. Uma dessas análises mostrou que a natureza da abordagem deste conteúdo se mostra de maneira microscópica, pois envolve conceitos abstratos, como átomo, núcleo, eletrosfera, elétrons, prótons, nêutrons, impossíveis de serem visualizados para os alunos do ensino médio. Portanto, a metodologia por trás desses livros, propõe que o ensino desses conteúdos deve ser de maneira expositiva, e não através de experiências e demonstrações.

Outras pesquisas mostram que existe uma dificuldade por parte dos alunos, de “transitar” entre as observações dos fenômenos e a explicação dos modelos

atômicos, ou seja, de fazer relações entre os modelos atômicos e o comportamento na matéria (EICHLER, 2000).

Por fim, pode-se perceber que há dificuldade no ensino e na aprendizagem da evolução dos modelos atômicos, pois se trata de um assunto abstrato, não palpável, que a maioria dos alunos têm dificuldade de visualizar. Esse problema também se deve ao fato de que, na maioria das vezes, o professor não estabelece uma relação entre a teoria da evolução dos modelos atômicos com as propriedades da matéria (EICHLER, 2000).

### 3.2 A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS

Segundo Simões, durante muito tempo os átomos foram considerados partículas indivisíveis, a menor e mais simples parte da matéria. Foram os gregos que, quatro séculos antes de Cristo, demonstraram um grande interesse inicial pela natureza da matéria e sua divisibilidade. A matéria para eles poderia ser dividida cada vez mais até que se tornasse um pequeníssimo grão, ou uma partícula de pó, que então seria considerada igual à matéria original.

Segundo Aristóteles, Leucipo foi o verdadeiro criador da teoria atômica, cujas idéias foram adotadas e propagadas por Demócrito. Demócrito acreditava que os átomos eram como corpúsculos duros e indestrutíveis, com tamanho e peso extremamente pequenos, de cujas uniões nasciam os seres e os mundos. Além disso, poderiam assumir diversas formas como esféricas, pontiagudas, rugosas, lisas, etc (ROZENBERG, 2002).

Em 1803, John Dalton, propôs uma teoria que explicava as leis de conservação das massas e da composição definida, entre outras generalizações químicas. Dalton “ressuscitou” o conceito grego da existência dos átomos, depois de passados quase 25 séculos dos primeiros estudos dessas partículas. John Dalton sustentou o antigo conceito de átomo através de evidências experimentais que ele e outros obtiveram. A teoria atômica de Dalton foi baseada no seguinte modelo (RUSSEL, 1994):

- Toda matéria é composta de partículas fundamentais, os átomos.
- Os átomos são permanentes e indivisíveis, eles não podem ser criados nem destruídos.
- Os elementos são caracterizados por seus átomos. Todos os átomos de um dado elemento são idênticos em todos os aspectos. Átomos de diferentes elementos têm diferentes propriedades.
- As transformações químicas consistem em uma combinação, separação ou rearranjo de átomos.
- Compostos químicos são formados de átomos de dois ou mais elementos em uma razão fixa (RUSSEL, 1994, p. 207).

Russel (1994) afirma que, usando essas idéias, Dalton explicou muitas observações químicas da época, como, por exemplo, a lei da composição definida e por que a massa é conservada nas reações químicas.

Muitos livros didáticos utilizam a expressão “bola de bilhar” para representar o modelo atômico de Dalton (Figura 1).

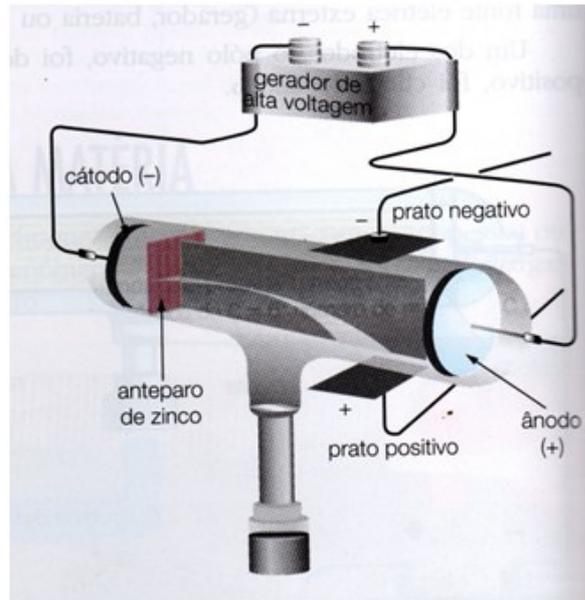


**Figura 1 – Representação do modelo atômico de Dalton**  
**Fonte: O modelo..., 2010**

Segundo Russel (1994), muitas das idéias de Dalton ainda são aceitas hoje em dia, contudo, suas teorias acabaram deixando dúvidas em vários pontos, por exemplo, na distinção entre átomo e molécula. Mas sua contribuição foi de grande importância, pois além de fornecer respostas para alguns problemas químicos da época, estimulou a ciência para a pesquisa dos átomos.

Em 1887, o físico inglês J. J. Thomson, através de tubos de raios catódicos, demonstrou que o átomo não é indivisível (RUSSEL, 1994). Conforme Kotz (2009), os tubos de raios catódicos são tubos de vidro, dos quais a maior parte do ar é retirada e que contém dois eletrodos metálicos (um em cada extremidade) ligados a uma fonte elétrica externa (Figura 2). Além disso, haviam duas placas de cargas opostas e quando o circuito era ligado, o feixe de raios provenientes do cátodo (raio catódico), passava entre as placas carregadas e sofria um desvio na direção da

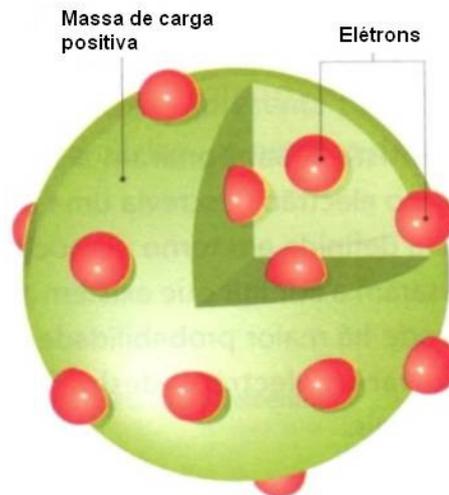
placa positiva. Isso indica que as partículas do raio catódico carregam uma carga negativa (RUSSEL, 1994; USBERCO, 2002).



**Figura 2 - Tubo de raios catódicos, onde o raio catódico sofre desvio pelo prato positivo**  
**Fonte: Modelo..., 2010**

Russel (1994) afirma que, a partir de 1890, depois de muitos estudos, como as experiências em tubos de raios catódicos, ficou evidente para a maioria dos cientistas que os átomos são constituídos de uma parte carregada positivamente e alguns elétrons (partículas carregadas negativamente), mas esse fato ainda não era claro.

Em 1898, J. J. Thomson, para explicar a existência de partículas positivas e negativas no átomo, propôs um novo modelo atômico (ROZENBERG, 2002). Segundo Thomson, o átomo seria uma esfera carregada positivamente, na qual certo número de elétrons estariam incrustados, conforme a Figura 3 (KOTZ, 2009; RUSSEL, 1994). Devido a sua conformação, o modelo atômico de Thomson passou a ser chamado de “pudim de passas” (ROZENBERG, 2002).



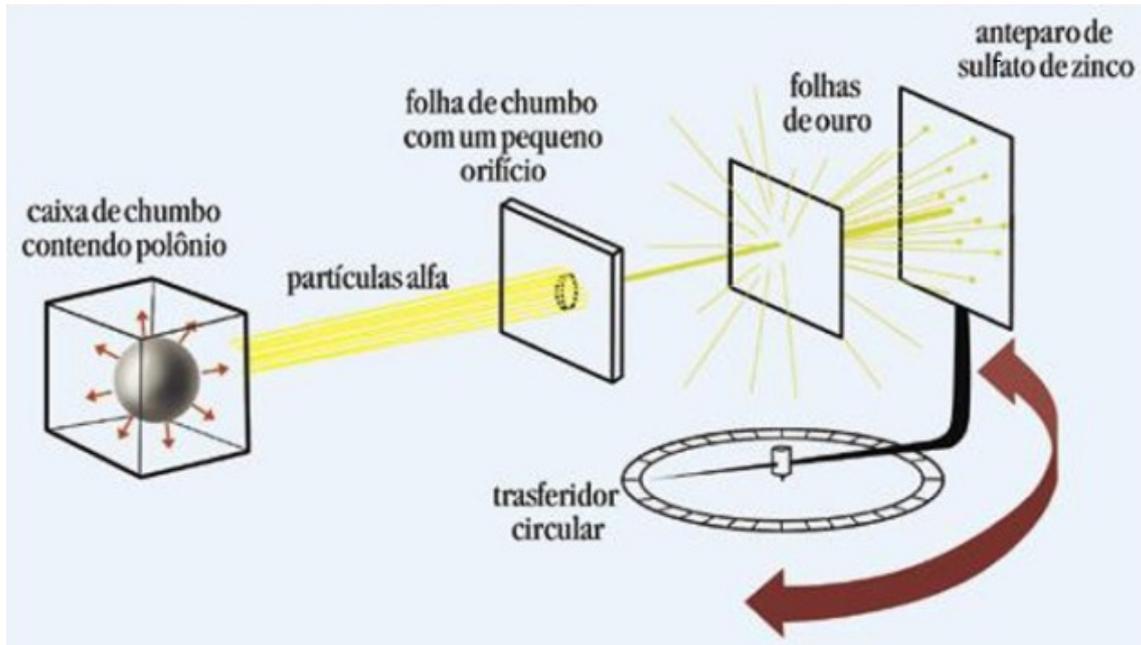
**Figura 3 - Representação do modelo atômico de Thomson**  
**Fonte: Evolução..., 2010**

Segundo Feltre (2004), o modelo atômico de Thomson explicava satisfatoriamente os seguintes fenômenos:

- Eletrização por atrito: baseando-se no fato de que o atrito separava as cargas elétricas, como no caso do bastão atritado com tecido;
- Corrente elétrica: fluxo de elétrons;
- Formação de íons negativos ou positivos: excesso ou falta de elétrons, respectivamente;
- Descargas elétricas em gases: quando os elétrons são arrancados de seus átomos.

Conforme Russel (1994), em 1890 descobriu-se que certos elementos eram radioativos, isto é, emitem radiação de grande energia, da qual há três tipos: partículas alfa ( $\alpha$ ), partículas beta ( $\beta$ ) e raios gama ( $\gamma$ ). Uma partícula alfa tem massa muito maior que um elétron e carrega uma carga positiva. Rutherford, Geiger e Marsden lançaram um fluxo de partículas alfa emitidas por uma pequena quantidade de polônio (elemento radioativo), sobre uma lâmina de ouro.

Observaram, portanto, que muitas partículas atravessavam a lâmina em linha reta, mas outras eram espalhadas ou desviadas (KOTZ, 2009). Então, projetaram um aparelho para medir o ângulo do desvio sofrido pelas partículas. Neste aparelho, representado pela Figura 4, as partículas alfa eram detectadas por um clarão formado sobre um anteparo revestido de sulfato de zinco fosforescente (RUSSEL, 1994).



**Figura 4 - O experimento de Rutherford, Geiger e Marsden**  
**Fonte: Dia-a-dia Educação, 2010**

Segundo Russel (1994), nesse ponto, em 1904, Rutherford retomou a idéia do físico japonês H. Nagaoka, de que um átomo poderia ser composto de um pequeníssimo núcleo de carga positiva no centro do átomo, rodeado por uma região comparavelmente maior, a qual continha os elétrons (de carga negativa). Esse núcleo, mesmo sendo muito pequeno, concentrava a maior parte da massa do átomo.

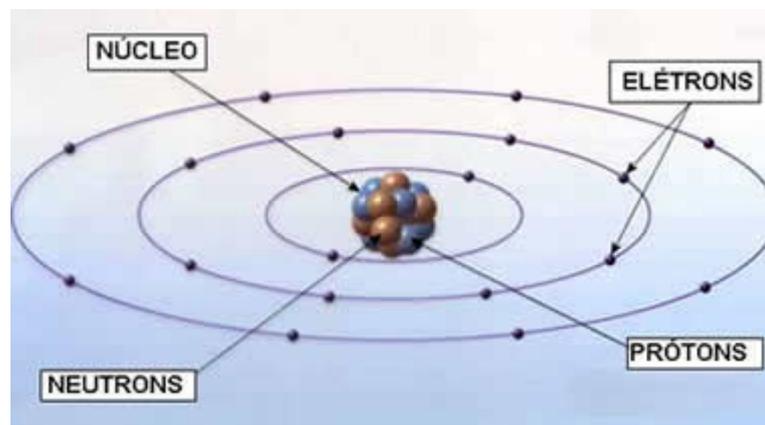
Portanto, Rutherford concluiu que não somente muitas partículas alfa passariam em linha reta sem apresentar desvios, mas aquelas partículas que passassem próximas ao núcleo seriam fortemente repelidas (KOTZ, 2009; RUSSEL, 1994).

Mas do que o núcleo é composto? Rutherford demonstrou, em 1914, a existência de uma partícula que possui massa muito maior do que a de um elétron e apresenta carga da mesma grandeza deste último, mas com sinal oposto, isto é, positivo. A carga positiva do núcleo, portanto, se deveria a certo número dessas partículas positivas, que em 1920, Rutherford denominou prótons (RUSSEL, 1994).

Rutherford concluiu que, mesmo os prótons contendo toda a carga do núcleo, eles sozinhos não poderiam compor sua massa. Isso foi resolvido quando, em 1932, o físico inglês J. Chadwick descobriu uma partícula que possuía aproximadamente a

mesma massa de um próton, mas não possuía carga elétrica. Por ser neutra, Chadwick, a denominou nêutron (EBBING, 1998).

Resumindo: o átomo de Rutherford apresentaria um núcleo central, pequeníssimo, que possui a maior parte da massa do átomo, formado por prótons (carga positiva) e nêutrons (eletricamente neutros). O núcleo seria rodeado por uma enorme região extra nuclear contendo os elétrons (carga negativa), conforme a Figura 5. Portanto, o átomo seria neutro, pois o número de prótons seria igual ao número de elétrons (RUSSEL, 1994).



**Figura 5 - Modelo atômico de Rutherford**  
 Fonte: LANA, 2010

Conforme Russel (1994), o modelo atômico de Thomson foi rapidamente substituído pelo modelo de Rutherford, pois o primeiro não podia ser usado para interpretar os resultados dos experimentos de Rutherford, Geiger e Marsden.

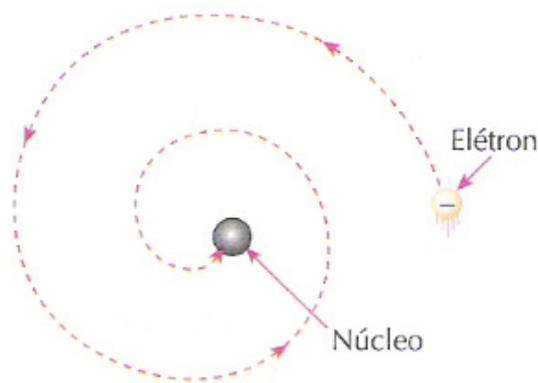
Russel (1994) afirma que, ao aceitar o modelo atômico de Rutherford, o mundo científico começou a questionar: “mas o que os elétrons fazem?” Segundo Beltran (1991), Rutherford sugeriu que o átomo possuía uma estrutura planetária, com os elétrons girando em órbitas fixas em torno do núcleo, em comparação com o sistema solar. Mas o próprio Rutherford reconheceu que havia uma imperfeição neste modelo planetário (RUSSEL, 1994).

Imaginando um átomo de hidrogênio, o qual possui apenas um elétron. Para este elétron, existem apenas duas possibilidades de estado de movimento: ou ele está estacionário, ou está em movimento (RUSSEL, 1994).

Segundo Russel (1994), se o elétron estivesse parado (estacionário), de acordo com a física clássica, o núcleo, carregado positivamente, atrairia o elétron

para si, e o átomo entraria em colapso numa fração de segundo. Se isso ocorresse com todos os átomos, o universo inteiro entraria em colapso.

Considerando que o elétron estivesse em movimento em sua órbita em torno do núcleo, para que isso seja possível, é necessário que a direção do movimento do elétron esteja sempre mudando, para que possa permanecer na órbita e não “escapar” do núcleo. Mas de acordo com a física clássica, quando uma partícula carregada muda de direção, ela emite energia (RUSSEL, 1994). Portanto, se o elétron emitir energia continuamente, o raio de sua órbita diminuiria cada vez mais e ele espiralaria para o núcleo. Com isso, o átomo entraria em colapso, assim como todos os átomos do universo (Figura 6). A partir disso, Rutherford concluiu que o modelo planetário do elétron em movimento é incorreto (BELTRAN, 1991).



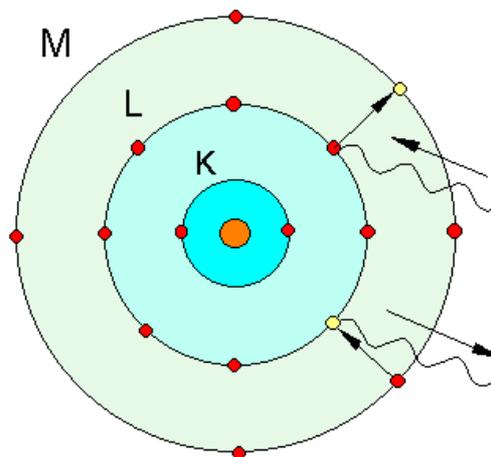
**Figura 6 - Elétron emitindo energia continuamente, o que faz com que o raio de sua órbita diminua cada vez mais**  
Fonte: FELTRE, 2004

Russel (1994) afirma que, essa conclusão gerou muitas discussões entre os cientistas do século XX. A primeira tentativa importante de desenvolver um modelo atômico não clássico foi feita pelo físico dinamarquês Niels Bohr.

Segundo o mesmo autor, em 1913, Bohr imaginou que deveriam existir princípios físicos ainda não estudados, que descrevessem o comportamento dos elétrons nos átomos. Bohr começou admitindo que um gás emite luz quando é atingido por uma descarga elétrica, devido ao fato de que os elétrons de seu átomo absorvem essa energia e, em seguida, liberam-na em forma de luz. Através de estudos, propôs que um elétron em um átomo, pode ter somente certos valores ou certas quantidades específicas de energia, ou seja, essa energia é quantizada, pois

um elétron não pode ter uma quantidade qualquer de energia, mas apenas certas quantidades permitidas.

Bohr estabeleceu que um átomo possui um conjunto de energias quantizadas para seus elétrons, que são chamados de níveis de energia (Figura 7), e cada um desses níveis poderá ter um número máximo de elétrons. Quando todos os elétrons do átomo estão nos níveis de energia mais baixos que lhes são disponíveis, dizemos que o átomo está no seu estado fundamental. Quando um átomo absorve energia, alguns de seus elétrons saem do seu nível de energia e são levados para um nível mais alto de energia. Quando isso ocorre, dizemos que o átomo está num estado excitado. Ao voltarem para os seus níveis iniciais de energia, os elétrons emitem a energia adquirida anteriormente (RUSSEL, 1994).



**Figura 7 - Modelo atômico de Bohr**  
**Fonte: Divulgação..., 2010**

Conforme Russel (1994), Bohr também comparou o átomo com um modelo planetário modificado, no qual “cada nível de energia quantizado (K, L, M...) corresponde a uma órbita eletrônica circular, específica e estável com raio quantizado.” Segundo Bohr, órbitas grandes representam níveis de energia altos.

Segundo Russel (1994), a teoria de Bohr também apresenta falhas, pois o seu modelo atômico foi falho para muitos elementos. Mas os trabalhos de Bohr foram de grande importância para os conceitos da estrutura do átomo, e o seu conceito de quantização da energia sobrevive até os dias de hoje.

### 3.3 OS MODELOS E O ENSINO DE QUÍMICA

Segundo Secretaria... (2008), a Química é uma ciência que é construída tendo por base o uso de diferentes modelos para o entendimento teórico dos diversos fenômenos que investiga. Um dos fundamentos do ensino de Química é a utilização de modelos para descrever comportamentos microscópicos, não palpáveis, mas deve-se lembrar que eles são apenas aproximações necessárias.

No modelo de Dalton, o átomo é considerado a menor partícula que constitui a matéria. Esse modelo foi suficiente para explicar as investigações de Dalton, as quais se centravam na interação de gases, nos pesos atômicos e na descoberta de novas substâncias gasosas (SECRETARIA..., 2008).

Segundo o mesmo autor, somente a partir do final do século XIX, é que cientistas como J. J. Thomson desenvolveram novas investigações sobre a natureza da matéria. Esses estudos foram elaborados na tentativa de esclarecer novas questões que surgiram como a eletrização da matéria e divisibilidade do átomo, que na época de Dalton não eram relevantes. Isso não implica numa alteração do modelo de Dalton, e sim, na demarcação teórica de seus limites e objetivos. Da mesma forma outros modelos foram surgindo como o de Rutherford e de Bohr, no início do século XX.

Secretaria... (2008) afirma que, a referência aos modelos não é somente para os modelos atômicos, mas também aos modelos de moléculas, de reações químicas, de ligações químicas, os modelos quânticos e matemáticos, etc.

Os professores precisam saber qual modelo utilizar e o porquê, na explicação dos fenômenos abordados na escola. A utilização de modelos exige, por parte do professor, conhecimentos a respeito do que sejam os modelos, sua função na ciência, suas limitações, seus objetivos e em que contexto histórico foram elaborados (SECRETARIA..., 2008).

### 3.4 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Secretaria... (2008) considera, para o ensino de Química, que as atividades experimentais, utilizando ou não laboratório escolar, podem ser o ponto de partida

para a apreensão de conceitos relacionando-os com as idéias a serem discutidas em aula.

Uma aula experimental, seja ela com manipulação do material pelo aluno ou demonstrativa, não deve ser associada a um aparato experimental sofisticado, mas sim, à sua organização, discussão e análise, possibilitando interpretar os fenômenos químicos e a troca de informações entre o grupo que participa da aula. (SECRETARIA..., 2008, p. 67).

Segundo o mesmo autor, as aulas experimentais, utilizando materiais do dia-a-dia, são simples, mas possibilitam uma discussão e questionamentos que ajudam o professor a identificar as possíveis limitações e contradições do conhecimento dos alunos. Durante a atividade experimental, é de fundamental importância que o professor incentive os alunos a questionarem e tirarem suas dúvidas, para que conversem sobre o conhecimento químico.

Beltran (1991) afirma que, as atividades experimentais não podem ser desvinculadas da teoria, dessa forma, uma reforça a outra no objetivo de conseguir a assimilação do conhecimento químico. Segundo o autor, a aprendizagem de Química se torna tanto mais sólida quanto mais se integram teoria e prática. Elas cumprem sua verdadeira função dentro do ensino quando contribuem para o estudante descobrir a estrutura do conhecimento químico. Aulas teóricas e atividades práticas se completam, reforçando-se e garantindo a solidez dos conhecimentos adquiridos (BELTRAN, 1991).

#### **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

No primeiro momento foram sorteadas duas turmas do 1º ano do Ensino Médio, do mesmo turno, de uma escola de Pato Branco – PR, para a aplicação do trabalho. Não houve critérios para a seleção das turmas.

Durante a elaboração do trabalho, foram observados como os alunos desenvolveram a atividade, seu comportamento, interesse, criatividade, participação, envolvimento e habilidade de trabalho em grupo. O ideal era que todos os alunos participassem principalmente os que demonstrassem maior dificuldade no entendimento do conteúdo.

#### 4.1 METODOLOGIA APLICADA NA TURMA A

Na turma A, utilizou-se 3 aulas de 45 minutos para a aplicação da metodologia. O conteúdo dos modelos atômicos foi aplicado com a exposição do conteúdo no quadro, sendo que na primeira aula foram expostos e explicados os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford. Para melhor compreender as razões que levaram Thomson a propor o seu modelo atômico, foi utilizado papel picado e uma caneta. A caneta foi esfregada no cabelo e, em seguida, colocada muito próxima aos pedacinhos de papel. A caneta atraía os pedaços de papel, mostrando a eletrização da matéria. Foi explicado aos alunos que quando friccionamos a caneta com o cabelo há uma separação das cargas positivas e negativas da caneta, formando pólos. Quando a caneta é aproximada dos pedaços de papel, os pólos da caneta atraem as cargas opostas presentes nos pedaços de papel. E, como as cargas tendem a equilibrar-se novamente, os pedaços de papel rapidamente se soltam da caneta (KOTZ, 2009).

Na segunda aula, foi exposto e explicado o conteúdo do modelo atômico de Bohr. Em seguida, para o melhor entendimento do conteúdo, os alunos foram levados ao laboratório para a realização do teste de chama utilizando soluções de cloreto de sódio, sulfato de cobre e nitrato de bário sólido. Neste teste, os alunos mergulharam um fio de resistência de chuveiro em uma das soluções e o colocavam em contato com a chama do bico de Bunsen. Repetiu-se este procedimento com todas as soluções.

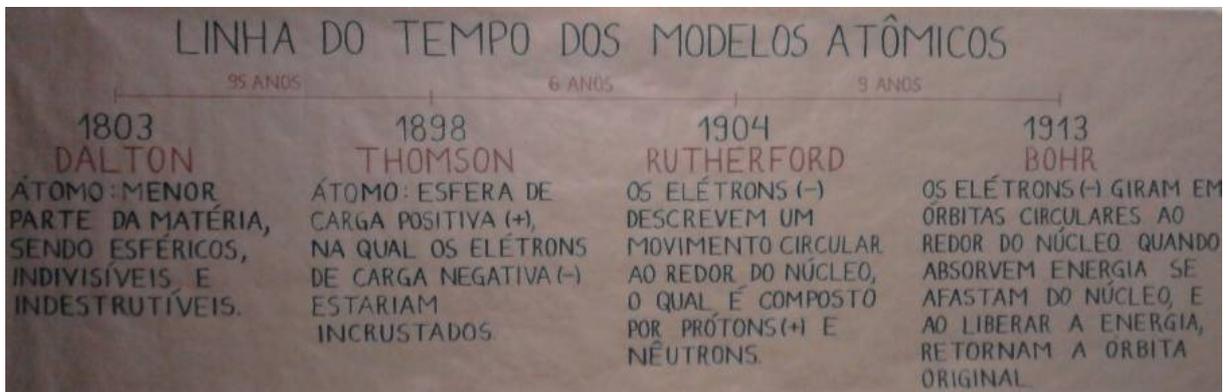
Na terceira aula, os alunos foram submetidos a uma avaliação do conteúdo estudado, individual e sem consulta. Nesta avaliação foi utilizado um questionário contendo 9 questões (Anexo A).

#### 4.2 METODOLOGIA APLICADA NA TURMA B

Na turma B, utilizou-se 3 aulas de 45 minutos para a aplicação da metodologia. O conteúdo foi explicado através de uma linha do tempo, mostrando a evolução dos modelos e quanto tempo se passou entre a elaboração de um modelo e outro. A explicação foi feita mostrando as relações entre cada modelo e as

propriedades da matéria, e ainda, o contexto histórico em que cada modelo foi criado. Para isso, utilizou-se uma linha do tempo, feita com papel e pincel atômico, juntamente com a lousa.

Na primeira aula, foi distribuído aos alunos um resumo dos modelos atômicos para que colassem no caderno (Anexo B). Em seguida, a linha do tempo (Figura 8) foi colada no quadro, ficando exposta para os alunos para que os mesmos acompanhassem a explicação do professor. Para melhor compreender as razões que levaram Thomson a propor o seu modelo atômico, foi utilizado papel picado e uma caneta, o mesmo recurso utilizado na turma A e nas mesmas condições.



**Figura 8 - Linha do tempo dos modelos atômicos**  
Fonte: Própria

Na segunda aula, os alunos foram levados para o laboratório para a realização do teste de chama utilizando soluções de cloreto de sódio, sulfato de cobre e nitrato de bário sólido, como foi feito na turma A. Em seguida, os alunos foram divididos em 2 grupos de 6 alunos e 2 grupos de 7 alunos, totalizando 4 grupos, pois no laboratório haviam apenas 4 bancadas. Os alunos, então, receberam massinhas de modelar para que confeccionassem os modelos atômicos, de acordo com a discussão do conteúdo.

Na terceira aula, os alunos foram submetidos a uma avaliação do conteúdo estudado, individual e sem consulta. Nesta avaliação foi utilizado um questionário contendo 9 questões (Anexo A).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 COMPORTAMENTO E CARACTERÍSTICAS DAS TURMAS**

#### **5.1.1 Apresentação do conteúdo teórico**

Durante a aplicação do conteúdo na turma A, pode-se observar que os alunos apresentaram um bom comportamento. Enquanto o conteúdo era exposto no quadro, houve apenas alguns momentos de conversas paralelas e todos os alunos copiaram o conteúdo no caderno. Durante a explicação, o mesmo comportamento foi observado e, além disso, houve uma boa interação entre alunos e professora, os alunos perguntavam e faziam comentários sobre o conteúdo. Na turma A haviam 24 alunos, dos quais nenhum era repetente, e todos eram participativos e interessados.

Na turma B, na qual foi aplicado o recurso didático em questão, pode-se observar que os alunos se apresentaram mais agitados. Durante a explicação do conteúdo através da linha do tempo houve momentos em que foi preciso intervir de forma mais rígida sobre o comportamento dos alunos e o excesso de conversas paralelas. Alguns alunos faziam comentários sobre o conteúdo e tiravam suas dúvidas com relação ao que foi passado. Na turma B haviam 26 alunos, dos quais 8 eram repetentes.

Com relação ao conhecimento prévio dos alunos, pode-se observar que as duas turmas demonstraram conhecimentos sobre assuntos citados durante a explicação dos modelos atômicos. Falaram sobre energia nuclear e sobre algumas aulas práticas realizadas com o professor que ministra a disciplina de Química na escola.

#### **5.1.2 Atividade em laboratório**

Durante o teste de chama realizado no laboratório, a turma A apresentou um comportamento excelente. Os alunos eram convidados a se aproximar em grupos de 04 alunos, pegarem o fio retirado da resistência de chuveiro, geralmente feitos de materiais de alto ponto de fusão, molhar nas soluções e colocar na chama. Os alunos visualizaram as cores apresentadas pela chama,

onde foi explicado aos alunos que quando os elétrons excitados retornam ao estado fundamental, liberam a energia recebida anteriormente em forma de radiação. Cada elemento libera a radiação em um comprimento de onda característico, pois a quantidade de energia necessária para excitar um elétron é única para cada elemento. A radiação liberada por alguns elementos possui comprimento de onda na faixa do espectro visível, ou seja, o olho nu é capaz de enxergá-las através de cores. Assim, é possível identificar a presença de certos elementos devido à cor característica que eles emitem quando aquecidos numa chama (ALCÂNTARA, 2008).

Enquanto um grupo observava as colorações das chamas, os outros grupos permaneciam nas bancadas esperando a sua vez de participar. Todos os alunos participaram da atividade e a maioria mostrou-se interessada no experimento.

O mesmo experimento foi realizado na turma B nas mesmas condições, mas o comportamento desta turma deixou a desejar. Enquanto um dos grupos estava realizando a atividade, os outros conversavam muito e andavam pelo laboratório. Mesmo assim, a turma B também apresentou interesse na atividade e houve a participação da maioria dos alunos, sendo que alguns se recusaram a realizar o teste de chama, por vergonha. Segundo Zanon (2007), esse tipo de comportamento é normal, pois mesmo em propostas que pressupõe a participação ativa dos alunos, há contradições e resistências.

Beltran (1991) afirma que a Química exige para o seu estudo atividades experimentais, pois é uma ciência experimental, sendo difícil a sua compreensão sem a realização de atividades práticas. Portanto, não é aconselhável que os alunos aprendam Química sem realizar, em algum momento, atividades práticas, pois elas permitem ao estudante começar a compreender como a Química se constrói e se desenvolve (BELTRAN, 1991).

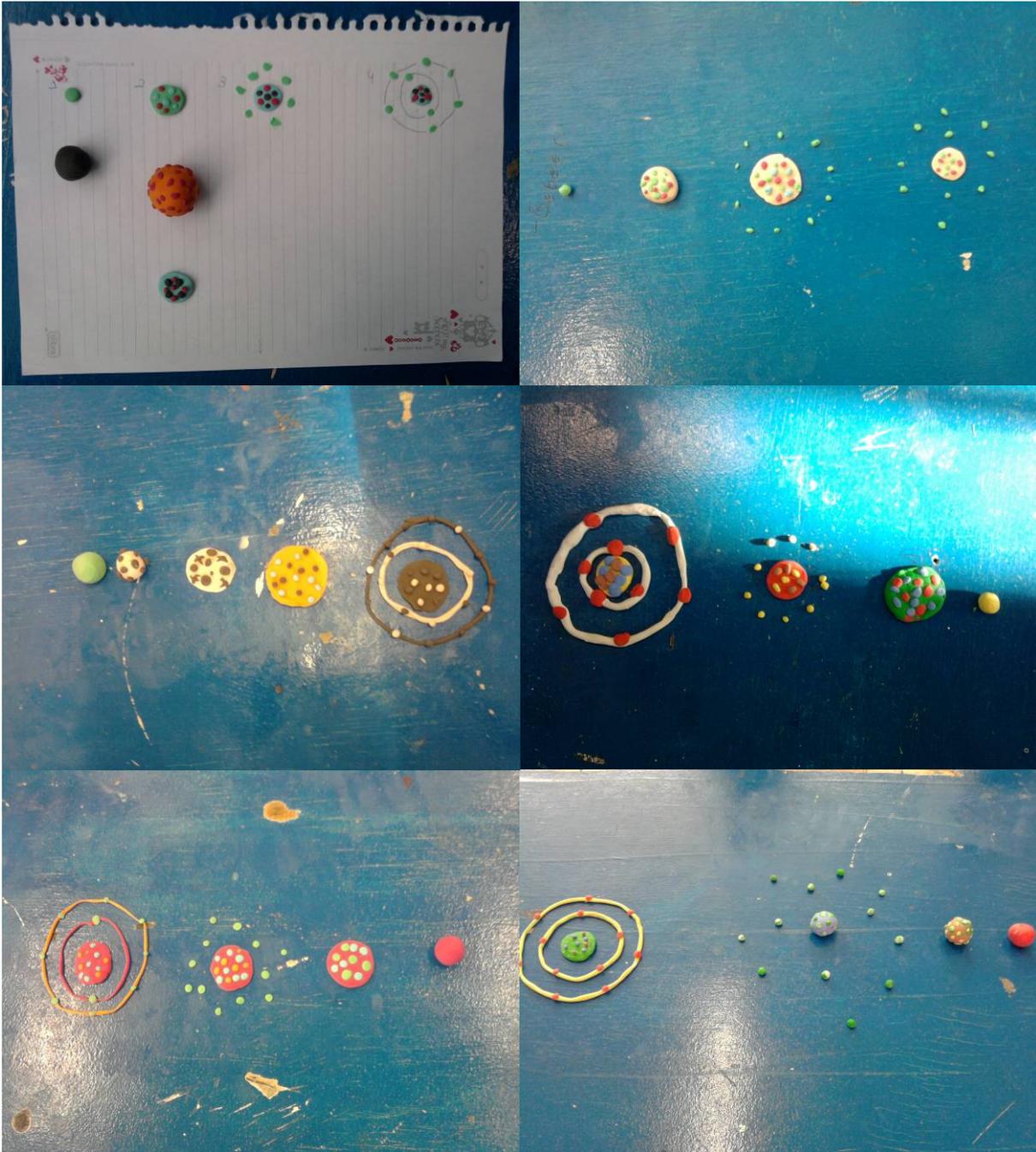
Conforme Secretaria... (2008), uma aula experimental não deve ser associada a equipamentos sofisticados, mas sim, ser realizada com materiais simples como o fio de resistência de chuveiro utilizado na atividade. Com materiais simples como esse, é possível ensinar muita Química, fazendo com que o aluno perceba que a Química estuda o seu mundo, não sendo uma ciência inacessível (BELTRAN, 1991).

Na turma B, ainda foi realizada a atividade com massa de modelar. Os alunos foram divididos em 4 grupos e cada grupo confeccionou os quatro modelos atômicos

explicados em sala. Na Figura 9 estão apresentadas as fotos tiradas durante a aplicação do recurso didático.



**Figura 9 - Alunos confeccionando os modelos atômicos com massa de modelar**  
**Fonte: Própria**



**Figura 10 - Modelos atômicos confeccionados pelos alunos com massa de modelar**  
**Fonte: Própria**

Todos os alunos participaram da atividade e todos os modelos confeccionados apresentaram coerência com o que foi discutido em sala de aula. A maioria dos alunos mostrou-se concentrada na atividade o que resultou num bom comportamento dos mesmos. Pôde-se notar que o recurso didático prendeu a atenção dos alunos e foi realizado com empenho e interesse.

Utilizando massa de modelar para a confecção dos modelos atômicos, esperava-se que os alunos não precisassem “decorar” o conteúdo, mas sim aprender realmente. Com isso, posteriormente, quando eles precisassem lembrar-se

do que estudaram, eles apenas lembrariam-se dos modelos que confeccionaram e, conseqüentemente, se lembrariam do conteúdo. Segundo Machado (2004), isso se dá através do trabalho em grupo, onde ocorre o engajamento dos alunos em sua aprendizagem, onde há diálogo, conversa, argumentação e justificativa entre professores e alunos. O mesmo autor destaca ainda, que esse tipo de atividade possibilita uma mudança de característica marcante nas aulas de Química: a aprendizagem por memorização.

As discussões entre os grupos de alunos, sem a presença do professor, são fundamentais para que o aluno aprenda os conceitos. Segundo Zanon (2007), no grupo, o aluno tem a oportunidade de confrontar suas opiniões com as dos colegas, que muitas vezes são diferentes e até contraditórias. Portanto, o aluno não se sente constrangido em expressar essas opiniões na presença dos colegas, algo que muitas vezes ocorre com alunos mais tímidos nas discussões entre toda a classe (ZANON, 2007).

Zanon (2007) ainda coloca que o debate em grupos promove o desenvolvimento das habilidades de ouvir, negociar consenso, respeitar a opinião do outro, argumentar e procurar justificativas racionais para as opiniões. Todas essas habilidades têm sido cada vez mais exigidas em diferentes atividades profissionais. Dessa forma, o ensino da Química também estará contribuindo para a formação do cidadão e do futuro profissional (ZANON, 2007).

### **5.1.3 Aplicação da avaliação**

A aplicação da avaliação na turma A ocorreu de maneira tranquila. Os alunos receberam a avaliação e logo em seguida começaram a resolvê-la. Durante a avaliação poucos alunos fizeram perguntas e todos os alunos permaneceram mais de 30 minutos resolvendo a avaliação.

Já na turma B, ao receberem a avaliação houve muita conversa e os alunos demoraram a iniciar a sua resolução devido a muitos comentários e brincadeiras inconvenientes. Alguns alunos entregaram a avaliação muito cedo, demonstrando que não tinham interesse em pensar e se esforçar para resolvê-la.

## 5.2 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO

A avaliação foi efetuada através de um questionário sobre o conteúdo, individual e sem consulta (Anexo A).

Na questão 1, foi solicitado aos alunos para que descrevessem com suas palavras o que entenderam sobre o modelo atômico de Bohr, tendo como nota máxima 2,0 pontos. Essa questão é de grande importância, pois se refere ao modelo atômico mais atual que é ensinado aos alunos de ensino médio. Baseando-se no modelo atômico de Bohr, é que se dá a continuação do conteúdo de Química no 1º ano do ensino médio.

Uma das atividades experimentais aplicadas, o teste de chama, está diretamente relacionada com o modelo atômico de Bohr. Portanto, essa atividade experimental, juntamente com os modelos atômicos confeccionados pelos alunos, podem ter contribuído para a resolução da questão 1.

A questão 1 é uma questão discursiva, portanto para a sua correção foram elaborados alguns modelos de respostas e atribuiu-se uma nota representativa a cada um deles. A Tabela 1 mostra o número de alunos que responderam cada modelo de resposta na turma A.

**Tabela 1 - Número de alunos da turma A que responderam cada resposta padrão na questão número 1, e a nota atribuída pela resposta**

(continua)			
Número de alunos	Padrão de resposta	Caracterização da resposta	Nota atribuída
1	Não respondeu.	Insuficiente	0,0
2	Fizeram referência ao modelo atômico de Rutherford.	Insuficiente	0,0
1	Fez referência ao modelo atômico de Dalton.	Insuficiente	0,0
1	Os átomos possuem prótons, nêutrons e elétrons.	Muito Incompleta	0,5
8	Os átomos possuem prótons, nêutrons e elétrons. Elétrons giram em órbitas ao redor do núcleo	Incompleta	0,8
3	Alguns elementos, expostos a uma chama emitem luminosidade de cores diferentes.	Incompleta	0,8

**Tabela 1 - Número de alunos da turma A que responderam cada resposta padrão na questão número 1, e a nota atribuída pela resposta**

Número de alunos	Padrão de resposta	Caracterização da resposta	(conclusão)
			Nota atribuída
2	Citam os valores de energia e que os elétrons giram em órbitas ao redor do núcleo.	Razoável	1,0
4	Citam os valores de energia e as transições eletrônicas.	Bom	1,2 – 1,5
2	Citam os diferentes valores de energia das órbitas, as transições eletrônicas e a emissão de luz.	Muito bom	1,8

Na turma A pode-se notar que 4 alunos tiveram desempenho insuficiente na resolução da questão 1, ou seja, não conseguiram elaborar respostas relacionadas ao modelo atômico de Bohr. Destes 4 alunos, 3 fizeram referência a outros modelos atômicos, ou seja, fizeram confusão entre os modelos atômicos. Ainda com relação a turma A, 8 alunos apresentaram respostas entre o razoável e o muito bom, mostrando conhecimento sobre o assunto, mas nenhum aluno apresentou a resposta completa. Nas Figuras 11 e 12 pode-se observar duas respostas dadas pelos alunos, sendo que na Figura 12 o aluno apresenta uma resposta referente ao modelo atômico de Dalton, mostrando a confusão feita por alguns alunos.

1) Descreva, com suas palavras, o que você entendeu do modelo atômico de Bohr.  
 Os elétrons giram em torno do núcleo do átomo em determinadas órbitas. Os elétrons de carga negativa possuem níveis de energia em torno do núcleo central de carga positiva e em níveis diferentes de energia. Os elétrons e os átomos são chamados de átomos e são chamados de átomos com K, L, M, N, O, P, Q, R.

**Figura 11 - Resposta da questão 1 elaborada por um aluno da turma A**  
 Fonte: Própria

1) Descreva, com suas palavras, o que você entendeu do modelo atômico de Bohr.  
 Em 1803 ele propôs que os átomos eram massas indivisíveis e indelíveis.  
 Os átomos de elementos iguais eram iguais e átomos com elementos diferentes eram diferentes.  
 E os átomos não podiam ser criados e nem destruídos.

**Figura 12 - Resposta da questão 1 elaborada por um aluno da turma A**  
 Fonte: Própria

A Tabela 2 mostra o número de alunos que responderam cada modelo de resposta na turma B.

**Tabela 2 - Número de alunos da turma B que responderam cada resposta padrão na questão número 1, e a nota atribuída pela resposta**

Número de alunos	Padrão de resposta	Caracterização da resposta	Nota atribuída
4	Não responderam.	Insuficiente	0,0
6	Os átomos possuem prótons, nêutrons e elétrons.	Muito incompleta	0,5
5	Os átomos possuem prótons, nêutrons e elétrons. Elétrons giram em órbitas ao redor do núcleo.	Incompleta	0,8
2	Alguns elementos, expostos a uma chama emitem luminosidade de cores diferentes.	Incompleta	0,8
4	Citam os valores de energia e que os elétrons giram em órbitas ao redor do núcleo.	Razoável	1,0
4	Citam os valores de energia e as transições eletrônicas.	Bom	1,2 – 1,5
1	Citam os diferentes valores de energia das órbitas, as transições eletrônicas e a emissão de luz em diferentes comprimentos de onda.	Excelente	2,0

Na turma B pode-se notar que também 4 alunos tiveram desempenho insuficiente na resolução da questão 1, ou seja, não conseguiram elaborar respostas relacionadas ao modelo atômico de Bohr, mas nenhum aluno fez referência a outros modelos atômicos. Ainda com relação à turma B, 9 alunos apresentaram respostas entre o razoável e o excelente, mostrando conhecimento sobre o assunto, dentre estes, um aluno elaborou uma resposta completa, equivalente a nota máxima da questão. As Figuras 13 e 14 apresentam duas respostas dadas pelos alunos, sendo que a Figura 14 corresponde à resposta equivalente à nota 2,0.

1) Descreva, com suas palavras, o que você entendeu do modelo atômico de Bohr.

*Os elétrons de carga negativa em diferentes níveis orbitais dos átomos de diferentes elementos são resultado de transições de elétrons que mudam de camadas, em torno do núcleo atômico. Os elétrons possuem energia em diferentes comprimentos de onda de cores.*

Figura 13 – Resposta da questão 1 elaborada por um aluno da turma B

Fonte: Própria

1) Descreva, com suas palavras, o que você entendeu do modelo atômico de Bohr.

*O modelo atômico de Bohr diz que: é atômico possui uma área central, o núcleo, onde estão concentrados os prótons e os nêutrons, e os elétrons orbitam em órbitas em torno do núcleo. Então distribuídos em camadas, sendo as mais afastadas do núcleo com mais energia. Quando um elétron passa para um nível energético maior, emite a seu nível original, liberando essa energia em forma de luz, podendo ter comprimentos de onda variáveis, dando origem às diversas cores.*

Figura 14 - Resposta da questão 1 elaborada por um aluno da turma B

Fonte: Própria

A questão 2 se refere ao modelo atômico de Rutherford e a disposição do núcleo e dos elétrons. Para essa questão e para as seguintes, atribuiu-se nota 1,0. As Tabelas 3 e 4 apresentam o número de alunos que responderam cada questão nas turmas A e B, respectivamente.

Tabela 3 - Número de alunos da turma A que assinalaram cada alternativa

Questão	Alternativas*				
	A	B	C	D	E
2	5	2	<b><u>12</u></b>	3	2
3	4	<b><u>13</u></b>	1	3	3
4	3	8	1	<b><u>12</u></b>	Não há
5	0	0	<b><u>13</u></b>	4	7
6	<b><u>13</u></b>	2	4	2	3
7	8	<b><u>2</u></b>	11	3	Não há
8	<b><u>16</u></b>	4	2	0	2
9	1	3	1	3	<b><u>16</u></b>

\*Alternativas corretas representadas pelo número de alunos em negrito e sublinhado.

Tabela 4 - Número de alunos da turma B que assinalaram cada alternativa

Questão	Alternativas*				
	A	B	C	D	E
2	12	3	<u>10</u>	0	1
3	5	<b>16</b>	1	4	0
4	5	13	3	<b>5</b>	Não há
5	6	0	<b>7</b>	1	12
6	<b>10</b>	10	0	3	3
7	3	<b>10</b>	12	1	Não há
8	<b>12</b>	6	1	2	5
9	5	0	5	4	<b>12</b>

\*Alternativas corretas representadas pelo número de alunos em negrito e sublinhado.

Na turma A, 12 alunos, a maioria, responderam corretamente a questão 2. Isso comprova que a maioria dos alunos entendeu que o núcleo do átomo de Rutherford é carregado positivamente e que é a parte mais densa do átomo, e ainda, que ao redor deste, giram os elétrons.

Na turma B, muitos alunos responderam corretamente, mas a maioria (12 alunos) assinalaram a alternativa “a”, a qual sugere que o núcleo do átomo de Rutherford é negativo, ou seja, para a maioria dos alunos não ficou claro que o núcleo é composto por nêutrons e prótons de carga positiva, lembrando que na turma B aplicou-se o recurso didático com massa de modelar.

A questão 3 sugere que Thomson descobriu o elétron e pede aos alunos qual seria uma contribuição de Thomson ao modelo atômico. Nas duas turmas, a maioria dos alunos respondeu corretamente, indicando que a principal contribuição de Thomson foi a descoberta de partículas positivas e negativas. Mas na turma B o número de alunos que responderam corretamente foi maior do que na turma A, mostrando que compreenderam o modelo atômico de Thomson. Este bom resultado pode estar relacionado à simples atividade prática realizada com papel e caneta nas duas turmas, mostrando mais uma vez, que as atividades práticas são de grande valia para se ensinar Química.

A questão 4 se refere à eletrosfera. Nesta questão, os alunos deveriam assinalar a alternativa que mostrasse quais eram as partículas existentes nessa região do átomo. Na turma A, a maioria dos alunos acertaram a questão, mas muitos assinalaram a alternativa “b”, a qual afirma que a eletrosfera contém partículas de carga elétrica positiva. Isso mostra que alguns alunos confundiram elétrons com

prótons e as suas respectivas cargas elétricas, isto é, não souberam diferenciar uma partícula da outra. Essa confusão também ocorreu na turma B, na qual se aplicou o recurso didático com massa de modelar. Nesta turma, a maioria dos alunos erraram a questão assinalando a alternativa “b”, e apenas 5 alunos acertaram a questão.

A questão 5 exigia, de maneira geral, o conhecimento sobre todos os modelos atômicos estudados. Os alunos deveriam relacionar os modelos atômicos com seus respectivos criadores. Na turma A, a maioria dos alunos acertaram a questão; já na turma B, a maioria errou a questão confundindo o modelo atômico de Thomson e Rutherford.

A questão 6 se refere as cores produzidas pelos diferentes elementos e as transições eletrônicas. Os alunos deveriam assinalar a alternativa que correspondesse ao criador do modelo atômico que possuísse essas características. Na turma A, a maioria dos alunos acertaram a questão, ou seja, a maioria dos alunos conseguiu diferenciar o modelo atômico de Bohr. Na turma B, 10 alunos acertaram a questão e 10 alunos assinalaram a alternativa que afirma que essa característica pertence ao modelo atômico de Rutherford, o que mostra que alguns alunos dessa turma mostraram-se confusos entre os dois modelos.

A questão 7 se refere a todos os modelos atômicos estudados e necessita da análise crítica dos alunos para encontrar o erro dentre as características dos modelos atômicos apontadas pelo exercício. Na turma A, apenas 2 alunos acertaram a questão e na turma B, 10 alunos acertaram. Portanto, a maioria dos alunos mostrou-se incapacitado para elaborar um pensamento crítico, e encontrar um erro em alguma afirmação.

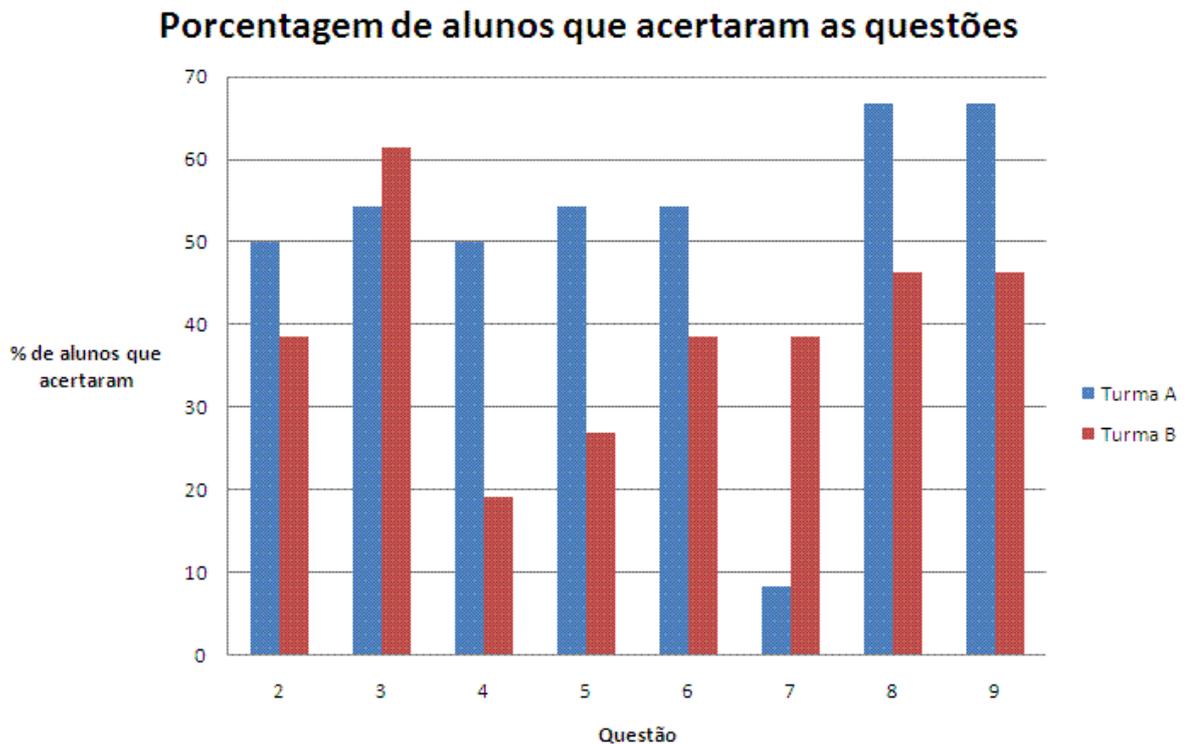
A questão 8 faz referência ao modelo atômico de Rutherford e cita algumas observações realizadas durante a experiência com a lâmina de ouro e as partículas  $\alpha$ . Solicitou-se aos alunos que assinalassem a alternativa que não refletia as conclusões de Rutherford sobre o átomo. A maioria dos alunos acertou a questão, tanto na turma A, como na turma B.

Esse resultado gera uma contradição de respostas na turma B, pois ao responderem a questão 8, a maioria dos alunos (12 alunos) consideraram certa a alternativa que afirmava que o núcleo do átomo tem carga positiva. Já ao responderem a questão 2, a maioria dos alunos (12 alunos) afirmaram que o núcleo do átomo tem carga negativa.

Com isso pode-se afirmar que a turma B, na qual aplicou-se o recurso didático com massa de modelar, apresentou grande falta de atenção ou interesse ao ler a avaliação antes de resolvê-la, pois não apresentaram consenso entre as respostas. Isso também pode ser notado, como já foi dito, pelo mau comportamento dos alunos ao receberem a avaliação. Os alunos apresentaram-se agitados, com muita conversa e levaram certo tempo até iniciarem a resolução da avaliação.

A questão 9 propõe uma situação do dia-a-dia relacionada às transições eletrônicas, e pede aos alunos que relacione com um dos modelos atômicos estudados e assinale a alternativa que corresponda a esse modelo. A maioria dos alunos das duas turmas conseguiu relacionar os fatos descritos no exercício com o modelo atômico de Bohr, e responderam corretamente a questão.

No Gráfico 1 são apresentadas as porcentagens de alunos que acertaram cada questão. Pode-se perceber que a turma B apresentou rendimento maior apenas nas questões 3 e 7.



**Gráfico 1 - Porcentagem de alunos que acertaram as questões**  
 Fonte: Própria

A seguir, na Tabela 5, apresentam-se as médias das notas das avaliações dos alunos das turmas A e B.

**Tabela 5 – Média das notas finais das avaliações das turmas A e B**

Turma A	Turma B
5,28	4,03

Pode-se observar que a média da turma A foi maior do que a média da turma B, na qual foi utilizada a linha do tempo e o recurso didático com massa de modelar. Isso pode ser justificado pela escolha aleatória das turmas, sendo que estas, como já foi exposto, são muito diferentes uma da outra em relação ao comportamento e ao número de repetentes, por exemplo. Portanto, nos deparamos com a dificuldade de comparar duas turmas diferentes aplicando duas metodologias diferentes, pois a turma em que se aplicou o recurso didático estudado se mostrou uma turma problemática, bastante agitada, com muita conversa, sem concentração e interesse. Mas por outro lado, são em turmas como essa que os recursos didáticos devem ser aplicados, para despertar a curiosidade, o interesse, estimular o trabalho em grupo fazendo com que os alunos interajam melhor entre si e com o professor. Isso foi devidamente comprovado neste trabalho, pois no laboratório as duas turmas se igualaram, mostrando interesse, trabalhando em equipe, mesmo que dentro da sala de aula sejam turmas completamente diferentes. Isso comprova o que a literatura nos mostra, que o trabalho em grupo e as atividades experimentais prendem a atenção do aluno e despertam o interesse e, conseqüentemente, trazem a Química para mais perto do aluno (BELTRAN, 1991; ZANON, 2007).

## CONCLUSÃO

Conclui-se que, mesmo a turma B apresentando um desempenho inferior ao da turma A, o recurso didático aplicado na primeira não pode ser desconsiderado, pois este, juntamente com as atividades experimentais, contribuiu para a formação dos alunos e para a sua aprendizagem dos modelos atômicos. O rendimento inferior da turma B pode ser justificado pela diferença de comportamento e interesse entre as duas turmas escolhidas para a realização da atividade. Portanto, se torna difícil comparar o desempenho de duas turmas com comportamentos tão diferentes. Mas são em turmas agitadas e de difícil aprendizagem que os recursos didáticos devem ser aplicados, para ajudar os alunos com maior dificuldade e para que as aulas de Química se tornem mais atrativas para os alunos.

Por fim, os objetivos do trabalho foram alcançados, e, além disso, pode-se ver na prática o que a literatura nos coloca, que as atividades experimentais e o trabalho em grupo podem ser excelentes motivadores de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Lucas. Teste de chama. **Ponto Ciência**. 2008. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=160&TESTE+DA+CHAMA#top>> Acesso em: 05 jun. 2011.

BELTRAN, Nelson O. et al. **Química**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1991.

COVRE, Geraldo J. **Química Total**. São Paulo: FTD, 2001.

**Dia-a-dia Educação**. Disponível em: <<http://www.diaadia.pr.gov.br/tvpendrive/modules/mylinks/viewcat.php?cid=48&letter=E&min=70&orderby=titleA&show=10>> Acesso em: 28 out. 2010.

**Divulgação da Ciência: Ciência é Evolução**. Disponível em: <<http://cienciaehumanidade.blogspot.com/2010/01/o-modelo-de-bohr.html>> Acesso em: 28 out. 2010.

EBBING, Darrell D. **Química Geral**. v. 1. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

EICHLER, Marcelo et al. **Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica**. Química Nova, 23 jun. 2000. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2000/vol23n6/18.pdf>> Acesso em: 20 set. 2010.

Evolução do modelo do átomo. **Boletim de Físico-química**. 9ºano. nº 18. Disponível em: <[http://sites.google.com/site/exerciciosfisicoquimica/estrutura\\_atomica](http://sites.google.com/site/exerciciosfisicoquimica/estrutura_atomica)> Acesso em: 28 out. 2010.

FELTRE, Ricardo. **Química**. v 1. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

KOTZ, John C. et al. **Química geral e reações químicas**. v. 1. 6 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

LANA, Carlos R. de. Como encontrar e identificar o elétron. **UOL Educação**. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/fisica/ult1700u54.jhtm>> Acesso em: 28 out. 2010.

MACHADO, Andréa H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2004.

Modelo atômico de Thomson. **Trabalho de Química – MA118**. Rio de Janeiro, mar. 2010. Disponível em: <<http://ma118-2010.blogspot.com/2010/03/modelo-atomico-de-thomson.html>> Acesso em: 28 out. 2010.

O modelo atômico de Dalton. **CCEAD PUC-Rio**. Disponível em: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/John\\_Dalton/modelo.html](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/John_Dalton/modelo.html)> Acesso em: 28 out. 2010.

ROZENBERG, Izrael M. **Química Geral**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

RUSSEL, John B. **Química Geral**. v 1. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/quimica.pdf>> Acesso em: 28 out. 2010.

SIMÕES, Estelita et al. **A construção de modelos atômicos no ensino de Química**. Trabalho de Docência Orientado. Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: <<http://www.ie.ufmt.br/semiedu2009/gts/gt4/ComunicacaoOral/ELANE%20CHAVEIRO%20SOARES.pdf>> Acesso em: 26 set. 2010.

USBERCO, João et al. **Química**. 5. ed. reform. São Paulo: Saraiva, 2002.

ZANON, Lenir B. (Org.) et al. **Fundamentos e propostas de ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007.

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO

- 1) Descreva, com suas palavras, o que você entendeu do modelo atômico de Bohr.
  
- 2) (USBERCO, 2002) No modelo atômico de Rutherford, os átomos são constituídos por um núcleo com carga ....., onde ..... estaria concentrada. Ao redor do núcleo estariam distribuídos os ..... . A alternativa que completa corretamente a frase é:
  - a) negativa – a maior parte da massa - elétrons.
  - b) positiva – metade da massa – elétrons.
  - c) positiva – a maior parte da massa – elétrons.
  - d) negativa – a maior parte da massa – nêutrons.
  - e) positiva – a maior parte da massa – nêutrons.
  
- 3) (FELTRE, 2004) Thomson determinou, pela primeira vez, a relação entre a massa e a carga do elétron, o que pode ser considerado como a descoberta do elétron. É reconhecida como uma contribuição de Thomson ao modelo atômico:
  - a) o átomo ser indivisível.
  - b) a existência de partículas positivas e negativas.
  - c) os elétrons ocuparem níveis discretos de energia.
  - d) os elétrons girarem em órbitas circulares ao redor do núcleo.
  - e) o átomo possuir um núcleo com carga positiva e uma eletrosfera.
  
- 4) (FELTRE, 2004) Eletrosfera é a região do átomo que:
  - a) concentra praticamente toda a massa do átomo.
  - b) contém as partículas de carga elétrica positiva.
  - c) possui partículas sem carga elétrica.
  - d) contém as partículas de carga elétrica negativa.

5) (FELTRE, 2004) Observe as duas colunas abaixo:

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Dalton     | A. Descoberta do núcleo e de seu tamanho relativo.  |
| 2. Rutherford | B. Átomos esféricos, maciços, indivisíveis.   |
| 3. Bohr       | C. O átomo seria uma esfera carregada positivamente, na qual certo número de elétrons estariam incrustados. |
| 4. Thomson    | D. Os elétrons giram em torno do núcleo em determinadas órbitas.  |

Qual das sequências traz a relação correta entre os nomes dos cientistas e os modelos atômicos?

- a) 1A – 2B – 4C – 3D
- b) 1A – 4B – 3C – 2D
- c) 2A – 1B – 4C – 3D
- d) 3A – 4B – 2C – 1D
- e) 4A – 1B – 2C – 3D

6) (USBERCO, 2002) As diferentes cores produzidas por distintos elementos são resultado de transições eletrônicas. Ao mudar de camadas, em torno do núcleo atômico, os elétrons emitem energia nos diferentes comprimentos de ondas, as cores.

*O Estado de S. Paulo, Caderno de Ciências e Tecnologia, dezembro de 1992.*

Este texto está baseado no modelo atômico proposto por:

- a) Bohr.
- b) Rutherford.
- c) Heisenberg.
- d) Dalton.
- e) Thomson.

7) (COVRE, 2001) Ao resumir as características de cada um dos sucessivos modelos atômicos, um estudante elaborou o seguinte:

Modelo atômico: Dalton

Características: átomos maciços e indivisíveis.

Modelo atômico: Thomson

Características: elétron, de carga negativa, incrustado em uma esfera de carga positiva. A carga positiva está distribuída, homogeneamente, por toda a esfera.

Modelo atômico: Rutherford

Características: elétron, de carga negativa, em órbita em torno de um núcleo central, de carga positiva. Não há órbitas e nem valores definidos das energias do elétron.

Modelo atômico: Bohr

Características: elétron, de carga negativa, em órbita em torno de um núcleo central, de carga positiva. Há valores definidos dos raios das órbitas e das energias do elétron.

O número de erros cometidos pelo estudante é:

- a) 0                      b) 1                      c) 2                      d) 3

8) (FELTRE, 2004) Rutherford, ao fazer incidir partículas radioativas em lâmina metálica de ouro, observou que a maioria das partículas atravessava a lâmina, algumas desviavam e poucas refletiam. Identifique, dentre as afirmações a seguir, aquela que não reflete as conclusões de Rutherford sobre o átomo.

- a) Os átomos são esferas maciças e indestrutíveis.
- b) No átomo há grandes espaços vazios.
- c) No centro do átomo existe um núcleo pequeno e denso.
- d) O núcleo do átomo tem carga positiva.
- e) Os elétrons giram ao redor do núcleo para equilibrar a carga positiva.

9) (FELTRE, 2004) Uma moda atual entre as crianças é colecionar figurinhas que brilham no escuro. Essas figurinhas apresentam em sua constituição a substância sulfeto de zinco. O fenômeno ocorre porque alguns elétrons que compõe os átomos dessa substância absorvem energia luminosa e saltam para níveis de energia mais externos. No escuro, esses elétrons retornam aos seus níveis de origem, liberando

energia luminosa e fazendo a figurinha brilhar. Essa característica pode ser explicada considerando o modelo atômico proposto por:

- a) Dalton.
- b) Thomson.
- c) Lavoisier.
- d) Rutherford.
- e) Bohr.

## ANEXO B – RESUMO DOS MODELOS ATÔMICOS

### O modelo atômico de Dalton

- 1803 – John Dalton propôs:
  - Átomos: esféricos, maciços, indivisíveis e indestrutíveis.
  - Átomos do mesmo elemento são iguais; átomos de elementos diferentes são diferentes.
  - Átomos não são criados nem destruídos.

### O modelo atômico de Thomson

- 1898 – experimentos com gases – J. J. Thomson propôs:
  - O átomo é divisível.
  - Partícula negativa (-) (elétrons).
  - Partícula positiva (+) (prótons).

### O modelo atômico de Rutherford

Bombardeio de uma finíssima lâmina de ouro com pequenas partículas positivas ( $\alpha$ ).

**Quadro 1 - Observações e conclusões feitas por Rutherford ao realizar o experimento**

Observação	Conclusão
A maior parte das part. $\alpha$ atravessava a lâmina.	A maior parte do átomo deve ser vazio (eletrosfera).
Poucas part. $\alpha$ não atravessavam e voltavam.	Pequena região onde se encontra a maior parte da massa (núcleo).
Algumas part. $\alpha$ sofriam desvios ao atravessar.	O núcleo deve ser positivo, o que provoca a repulsão nas part. $\alpha$ (positivas).

- 1932 – J. Chadwick – partículas com a mesma massa do próton, mas não possui carga elétrica – nêutrons.
- 1904 – Rutherford propôs um novo modelo atômico.

### O modelo atômico de Bohr

- Diferentes elementos, submetidos a uma chama, produzem cores diferentes.
- 1913 – Bohr propôs:
  - Os elétrons descrevem órbitas circulares ao redor do núcleo.

- Cada órbita possui certo valor de energia (**quantizada**).
- Os elétrons de órbitas mais afastadas do núcleo apresentam maior energia.
- Órbitas: **níveis de energia** ou **camadas** (K, L, M, N, O, P e Q).
- O elétron que absorve certa quantidade de energia, salta para uma órbita mais energética (**estado excitado**).
- Quando retorna a sua órbita de origem (**estado fundamental**), libera a mesma quantidade de energia na forma de luz.