



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM DE
MODELOS ATÔMICOS**

Amélia Diana Macedo de Melo

**CARUARU
2014**

AMÉLIA DIANA MACEDO DE MELO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO PARA A APRENDIZAGEM DE
MODELOS ATÔMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Licenciatura em Química do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas

Co-orientador: Prof. Ms. Fábio Adriano Santos da Silva

**CARUARU
2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura



“Sequência didática como instrumento para a aprendizagem de modelos atômicos”

AMÉLIA DIANA MACEDO DE MELO

Monografia submetida ao Corpo Docente do Curso de Química – Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco e **aprovada** em 14 de agosto de 2014.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas (CAA – UFPE)
(Orientadora)

Profa. Dra. Verônica Lavares Santos Batinga (DQ – UFRPE)
(Examinadora 1)

Prof. Dr. Roberto Araujo Sa (CAA – UFPE)
(Examinador 2)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada tia avó, **Alta Ferreira Viana** (in memória) que sempre me incentivou a estudar e buscar pelos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por esta me oportunizando concluir este grande sonho que se torna real.

Aos meus queridos pais Espedito Acácio e Telma Cristina, por estarem sempre me orientando pelos caminhos corretos.

Aos meus irmãos André, Leonardo, Letícia e Tamires, por me darem força e sempre me apoiarem nestes longos anos de curso.

Ao meu noivo Romero Fernandes, por toda compreensão quando não podia esta ao seu lado e por toda a força que tem contribuído nesta reta final de curso.

Aos meus colegas de caminhada Mauricéia, Cleiça, Anderson, Cláudia, Carla, Vitor, Karolina, Aneilson, Caio e Aline por me oportunizarem momentos tão bons e descontraídos durante o curso.

A todos os meus professores que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação profissional.

A todos os meus colegas que compartilharam alegrias e tristezas desde o início do curso até agora, em especial a Angela Cordeiro, Bruna Gomes, Felipe Souza, Simone Simões, Izabel Gomes, Jessica Dayane e Karen Santos, sem o incentivo de vocês o meu sonho não seria possível.

Aos meus colegas de trabalho Emanuel Thiago, Jhonatan Marcelo, Amanda Oliveira, Hélio da Mota e Caio César, por toda compreensão no momento de realização desse trabalho.

Ao meu co-orientador Fabio Santos que contribuiu não só com o meu trabalho, mas com a minha formação profissional.

A minha digníssima orientadora Ana Paula que me aceitou como orientanda e se prontificou contribuindo com o meu trabalho.

A Universidade Federal de Pernambuco pela sua interiorização de núcleo, sem ela o meu sonho estaria mais distante de ser concretizado.

RESUMO

O ensino de modelos atômicos no Ensino Médio dar-se de maneira pronta e acabada, e não sendo considerado em sua grande parte o contexto histórico envolvido durante o desenvolvimento da ciência. Este trabalho consistiu na elaboração e aplicação de uma proposta didática que pode ser utilizada no ensino de modelos atômicos com alunos do Ensino Médio. Na nossa proposta foi desenvolvida uma sequência didática em que buscamos oportunizar vários momentos de aprendizagem, sendo a mesma permeada da valorização das concepções prévias dos alunos, da leitura de textos ressaltando o contexto histórico do assunto, realização de um questionário e utilização de jogos como o ludo e caça-palavras.

Palavras-chave: Modelos atômicos; Sequência didática; Lúdico

ABSTRACT

The teaching of atomic models in high school to be finished and ready way, and not being seen in much of its historical context involved during the development of science. This work was the development and implementation of a teaching proposal that can be used in the teaching of atomic models with high school students. In our proposal we developed an instructional sequence in which we seek to create opportunities for learning various times, permeated with the same appreciation of previous students' conceptions of reading texts emphasizing the historical context of the subject, conducting a questionnaire and using games as ludo and word searches.

Keywords: Atomic models; Instructional sequence; playful

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Associações dos desenhos dos alunos do 2º ano.....	33
Gráfico 2	Porcentagem de resposta para a afirmativa 1 do questionário baseado na escala Likert.....	39
Gráfico 3	Porcentagem de resposta para a afirmativa 2 do questionário baseado na escala Likert.....	39
Gráfico 4	Porcentagem de resposta para a afirmativa 3 do questionário baseado na escala Likert.....	40
Gráfico 5	Porcentagem de resposta para a afirmativa 4 do questionário baseado na escala Likert.....	41
Gráfico 6	Porcentagem de resposta para a afirmativa 5 do questionário baseado na escala Likert.....	42
Gráfico 7	Porcentagem de resposta para a afirmativa 6 do questionário baseado na escala Likert.....	42
Gráfico 8	Porcentagem de resposta para a afirmativa 7 do questionário baseado na escala Likert.....	43
Gráfico 9	Porcentagem de resposta para a afirmativa 8 do questionário baseado na escala Likert.....	44
Gráfico 10	Porcentagem de resposta para a afirmativa 9 do questionário baseado na escala Likert.....	44
Gráfico 11	Porcentagem de resposta para a afirmativa 1 do questionário baseado na escala Likert.....	45
Gráfico 12	Relação de palavras encontradas pelos alunos no Caça-Palavras.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação dos desenhos dos alunos do 2º ano.....	32
Tabela 2	Relação de Palavras encontradas no caça-palavras pelos alunos.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Desenho do átomo que se assemelha a uma célula, realizado por uma aluna do 1º ano.....	31
Figura 2	Desenho do átomo realizado por uma aluna do 1º ano que representa uma célula.....	31
Figura 3	Desenho que mescla a constituição atômica e celular realizado por um aluno do 2º ano.....	33
Figura 4	Desenho que representa traços do modelo de Rutherford- Bohr e Dalton, realizado por uma aluna do 2º ano.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

SD – Sequência Didática

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	14
1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
4	METODOLOGIA	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Análise das concepções prévias dos Alunos	30
5.2	Análise dos textos adotados	36
5.3	Análise dos questionários Likert	38
5.3.1	Afirmativa 1	38
5.3.2	Afirmativa 2	39
5.3.3	Afirmativa 3.....	40
5.3.4	Afirmativa 4	40
5.3.5	Afirmativa 5	41
5.3.6	Afirmativa 6	42
5.3.7	Afirmativa 7	43
5.3.8	Afirmativa 8	43
5.3.9	Afirmativa 9	44
5.3.10	Afirmativa 10.....	45
5.4	Análise do Ludo Químico	46
5.5	Análise do Caça-Palavras	47
6	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	49
7	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICES	53
	Apêndice 1-Levantamento do Perfil dos Participantes.....	53
	Apêndice 2- Questionários Grupais.....	53
	Apêndice 3- Questionário Likert.....	54
	Apêndice 4 - Ludo Químico.....	55
	Apêndice 5 - Caça-palavras.....	55
	ANEXOS	56
	ANEXO 1- Textos sobre o contexto Histórico e teorias do atomismo	56
	Texto 1- Os filósofos gregos e suas explicações sobre a composição da matéria.....	56
	Texto 2 - John Dalton e a elaboração da teoria Atômica	60
	Texto 3- Estudo sobre eletricidade que conduziram à descoberta dos elétrons e ao modelo atômico de Thomson.....	64
	Texto 4- O uso da Radioatividade nos estudos sobre o átomo e a proposta do modelo atômico de Rhutherford.....	68
	Texto 5- Niels Bohr e o modelo atômico atual.....	72

APRESENTAÇÃO

Desde o início de minha vida escolar sempre tive vontade de ser professora, ser aquela pessoa responsável por ensinar e educar cidadãos em sua vida escolar. O ensino de ciências para mim sempre foi atraente, pois gostava de descobrir qual o princípio ou origem das coisas. Quando descobri que no campus do Agreste abriria vagas para licenciatura em Química fiquei muito feliz porque poderia unir o sonho de ser professora com o estudo das ciências, especialmente da Química que tanto me atraía com suas fórmulas e equações. Então prestei vestibular, passei, e estou concluindo o curso tão desejado.

Em minha graduação tive bastante dificuldades, pois minha formação no ensino médio foi um pouco fraca e defasada, porém superei e venho superando essas dificuldades a fim de obter uma aprendizagem sólida e concreta.

Eu sei que a docência enfrenta diversos problemas e que a carreira hoje não é vista como muito promissora, porém não me deixarei abater pelas dificuldades. Sendo assim, farei o possível para está sempre me renovando e buscando por uma melhor formação, tanto para mim, quanto para os meus futuros alunos.

Durante a minha vivência acadêmica, nos meus estágios, pude perceber que a maior parte dos alunos tinham dificuldades em perceber as diferenças entre o macro e o microscópico e estudando essa dificuldade percebi que a mesma tinha origem no estudo do átomo. Os alunos não conseguem entender o átomo como algo muito pequeno que não pode ser visto, daí nasceu a proposta de elaborar uma metodologia diferenciada para ensinar os modelos atômicos.

1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem dar-se de modo contínuo e progressivo, e está ao encargo do professor lançar mão de propostas metodológicas para que esse ensino ocorra com eficácia e qualidade. No entanto, sabemos que essa tarefa é árdua e dispendiosa e que requer muita dedicação ao ofício por parte do professor. Além de possuir essas habilidades o professor ainda tem que enfrentar as dificuldades do próprio sistema que muitas vezes não assegura esse processo.

Dentre os conceitos abordados no ensino de química, o de átomo, é um conceito fundamental para o entendimento dessa ciência. Conseqüentemente, é de suma importância que os alunos saibam fazer a relação de um modelo de átomo com conceitos que serão vistos mais adiante, como ligações químicas. Por exemplo, cabe aos professores abordarem de uma forma contextualizada, através de materiais didáticos diversos como textos interativos, jogo e outros mais que enfatizem o conteúdo de Modelos Atômicos. No entanto a abordagem dada a esta temática é de forma tradicional, utilizando apenas o livro didático. Acarretando, então, em desestímulo nos alunos por não compreenderem o que está sendo abordado.

Sabemos que as ciências da natureza, como a Química, não é bem aceita pela maioria dos alunos, algumas vezes por envolver cálculos matemáticos que não são dominados pelos mesmos, outras pela própria abstração dos conteúdos. O conteúdo de modelos atômicos é um bom exemplo em que a abstração deve ser praticada pelos alunos, uma vez que não podemos ver o átomo, tão pouco suas pequenas divisões; dessa forma os alunos produzem seus modelos mentais, de como estaria arranjado esse átomo e como são suas subdivisões.

Vários outros agravantes estão relacionados ao não entendimento do conceito sobre o átomo, dentre eles, podemos citar a formação em outras áreas dos professores em outras áreas, o fato dos livros de química não abordar o assunto de forma mais dinâmica e o não relacionamento desse conceito com o cotidiano dos alunos.

Sendo assim, devemos pensar em como abordar este conteúdo de forma dinâmica e prazerosa para que os alunos do Ensino Médio possam compreender o conceito de Átomo e ao mesmo tempo desenvolvam o gosto pela aprendizagem química.

Portanto é necessário que os professores produzam metodologias equilibradas de conteúdos teóricos associados ao cotidiano dos alunos, com momentos de descontração e lazer, despertando o gosto pelas aulas nos alunos. Diante dessa problemática, esta pesquisa

propõe investigar as concepções prévias dos alunos do 1º e 2º anos de Ensino Médio sobre o átomo, bem como elaborar e aplicar uma sequência didática com o objetivo de dinamizar o ensino e superar a visão distorcida que os alunos têm sobre a Química, sendo esta vista como uma ciência pura e decorativa. Na sequência didática realizamos uma abordagem histórica da vida e obra dos cientistas que propuseram os modelos atômicos, aplicamos um questionário com questões objetivas baseado em Likert, o Ludo Químico com questões baseadas na história dos cientistas e por último, mas não menos importante, um caça-palavras com conceitos referentes ao conteúdo de modelos atômicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Investigar as concepções prévias de alguns alunos sobre o conceito de modelos atômicos.
- Analisar as contribuições de uma sequência didática elaborada a partir ferramentas e estratégias didáticas utilizando a história da química articulada a atividades lúdicas na abordagem do conteúdo de modelos atômicos.

2.2 Objetivos Específicos

De Ensino

- ✓ Investigar e analisar as concepções prévias de alguns alunos do 1º e 2º ano do ensino médio sobre o conceito de átomo.
- ✓ Contribuir para o desenvolvimento de atividades em grupo.
- ✓ Estimular a capacidade crítica do aluno através de debates durante os jogos.

Da Pesquisa

- ✓ Adaptar o jogo ludo ao conceito de modelos atômicos utilizado na sequência didática.
- ✓ Propor uma sequência didática utilizando a história da química e atividades lúdicas para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos modelos atômicos.
- ✓ Aplicar um questionário baseado na escala Likert visando avaliar a contribuição da História da Química no processo de ensino e aprendizagem.
- ✓ Preparar e aplicar um caça-palavras utilizando palavras-chave presentes no tema abordado.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Ensinar ciências consiste em um paralelo que se torna ao mesmo tempo fácil, pois a ciência esta contida em tudo que se vê, e ao mesmo tempo complexa, pois ela é baseada em algo abstrato.

“Aprender ciência significa também entender como se elabora o conhecimento científico, para tanto, é importante considerar que as teorias e leis que regem a ciência não são descobertas feitas a partir da observação minuciosa da realidade, utilizando o chamado método científico, mas sim fruto da construção de modelos e elaboração de leis que possam dar sentido a realidade observada” (MELO e NETO, 2013).

Para Machado e Mortimer (2009) a Ciência não é algo homogêneo e a mesma pode oferecer múltiplas formas de ver o mundo, essas ideias podem conviver em uma mesma pessoa sendo usadas em contextos independentes e não relacionados.

A ciência deve estar ainda inserida em um contexto histórico e social. Nós enquanto professores devemos apresentar a ciência como uma construção humana, sujeita a influência de fatores sociais, econômicos e culturais inerentes a sua época ao seu tempo (MACHADO e MORTIMER, 2009).

Fazer ciência perfaz ainda o âmbito de produzir ferramentas para a divulgação de fenômenos da natureza.

“Defendemos que, na educação em ciências, é importante considerar que o conhecimento científico é, ao mesmo tempo, simbólico por natureza e socialmente negociado. Os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza” (DRIVER, et al, 1999).

Segundo Benedetti et al (2009), o Ensino de Química se manteve voltado apenas à transmissão de conceitos, e somente a Pedagogia discutia os problemas relativos ao processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim essa “Química” dissociada das metodologias não torna o ensino e aprendizagem significativos nem para os alunos nem para o professor que propõe um ensino ineficaz.

É necessário enfatizar que os professores de Química devem ser preparados para atuar no contexto de metodologias atuais, onde o professor propicia problemáticas que levem o aluno a construir um conhecimento mais elaborado. É dever do professor fornecer as experiências e propiciar a reflexão (DRIVER, et al, 1999).

Silva (2011) diz ainda que além das atribuições normais que um professor possui, um professor de Química tem ainda que desmistificar o que os alunos pensam da ciência e que é necessário ao seu entendimento, uma vez que a ciência modifica a realidade lançando mão de novas tecnologias.

“O docente necessita estar preparado para dispor de atitudes pedagógicas e habilidades tecnológicas a fim de intervir com base em conhecimentos atualizados, favorecendo ao aluno uma relação mais concreta entre o curso e os conteúdos aplicados” (RIBEIRO, 2008).

Seguindo esse raciocínio podemos alegar que para ser um bom profissional da educação o professor deve ser crítico em relação às mudanças sociais.

“A opção de educadores críticos pode alavancar as mudanças sociais, na ação transformadora do real. Ao mesmo tempo o educador deve estar estimulando e desafiando, com a capacidade de fazer, de pensar, de saber e de criar problemas” (RIBEIRO, 2008).

Porém, sabemos que em nosso país a carreira docente não é atraente, pois enfrenta grandes problemas em vários aspectos, sejam eles na área da própria formação acadêmica, sejam por falta de materiais e laboratórios, sejam por baixos salários ou pela falta de interesse dos alunos.

“Algumas escolas do ensino médio não possuem laboratórios de química adequados para as aulas experimentais, faltam professores designados para tal fim, e o número de aulas semanais por turma é pouco, já sendo insuficiente para as aulas consideradas teóricas” (SILVA, 2011).

Baseado nas problemáticas que os professores enfrentam ao ensinar Química devemos ressaltar a importância da formação continuada a fim de que os professores sejam mais preparados para lidar com o cotidiano escolar e os desafios associados a ele.

“Compreendemos que a responsabilidade maior do professor ao ensinar Química é tentar que seus alunos se transformem a partir dele e com ele em cidadãos críticos, agentes de transformação por um mundo melhor, e nesse contexto, a formação continuada dos professores de Química deverá permitir uma interação entre professores universitários e professores do ensino médio capaz de refletir e redefinir conjuntamente os conhecimentos de forma consciente cujo objetivo maior seja a melhoria das práticas pedagógicas.” (CIRÍACO, 2009).

Além de todos os problemas em relação à formação e recursos utilizados pelo professor, há também um grande embate em relação às dificuldades conceituais existente por parte dos alunos.

“Isso por que há dificuldades conceituais que não podem ser superadas apenas pelo ensino; por exemplo, ao final de uma disciplina alguns estudantes até sabem utilizar representações algébricas e utilizarem definições formais de determinados conceitos, mas isso não garante que os estudantes possam conectar os conceitos e inter-

relacioná-los entre si, em modelos conceituais coerentes, ou seja, não significa que os conceitos estejam disponíveis para serem utilizados em outras situações.” (SANDRI, et al, 2011).

A fim de sanar essas dificuldades existentes por parte dos alunos, Ribeiro (2008) diz que o professor deve manter a continuidade entre os aspectos formativos, enfocando aspectos cognitivos e adicionando domínios do conhecimento com criticidade e reflexão.

Ao preparar as aulas o professor deve ter consciência que o tempo que cada aluno leva para compreender o assunto não é o mesmo, sendo assim cada um terá seu tempo de aprendizagem. “Alunos com diferentes histórias de vida podem desenvolver e apresentar diferentes leituras ou perfis conceituais sobre fatos químicos, que poderão interferir nas habilidades cognitivas” (BRASIL, 2000).

Os objetivos da escola básica não estão apenas em desenvolver o ensino técnico-científico, mas também envolver o lado social em seu cotidiano.

“[...] o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social” (BRASIL, 2000).

Sendo assim, o ensino médio deixa de ser simplesmente preparatório para o ensino superior ou especificamente profissionalizante para complementar ou fazer parte da educação básica. Dessa forma, podemos ressaltar que o Ensino Médio, agora, possui o objetivo de educar para a vida enfatizando seu papel cultural e social (BRASIL 2000).

Nesse contexto, as perspectivas de ensino atual requerem que o ensino de ciências seja associado a acontecimentos do cotidiano para que o aluno possa sentir-se motivado a aprender. No ensino atual devem ser propostas novas metodologias a fim de levar aos alunos um ensino mais dinâmico (BENEDETTI et al, 2009).

A partir dos anos 80, surgiu entre os professores de química, a necessidade de criar novos currículos e materiais didáticos inovadores, para que os mesmos fossem capazes de reduzir o distanciamento que existe entre o ensino médio e as questões relacionadas à cidadania. (SANTOS et al, 2009). Sendo assim, a luta constante para uma educação inovadora e de melhor qualidade já dura mais de três décadas.

Buscando alcançar essas novas perspectivas educacionais, é necessário utilizar novas metodologias ao se ensinar a teoria de modelos atômicos, pois é um assunto abstrato onde o aluno dificilmente conseguirá associar ao cotidiano. De acordo com Mortimer 1995 os alunos tanto de ensino fundamental, quanto de ensino médio chegam às aulas de química trazendo

sobre a natureza atômica da matéria ideias bastante diferentes das que são aceitas cientificamente.

Portanto, é necessário investigar quais as concepções prévias dos alunos uma vez que essas podem dificultar a aprendizagem dos conceitos e a partir delas o professor poderá desenvolver metodologias diferenciadas.

“Na realidade os alunos possuem alguma concepção mesmo que de forma alternativa, e na maioria das vezes essas sofrem grandes resistências ao ensino, sendo necessário não apenas transmitir o conhecimento na forma de ensino transmissão-recepção, também chamado de ensino tradicional, mas promover uma mudança conceitual sobre determinado conceito” (SANTOS, 2011).

No entanto, essa dificuldade na compreensão dos modelos atômicos, em especial, pode estar associada a dificuldade em se ensinar algo que não pode ser observado pelo aluno. De acordo com Silva 2012, é necessário criar modelos mentais a fim de explicar aquilo que não vemos ou que não podemos tocar.

Sendo assim, é preciso fazermos uso de modelos teóricos que foram desenvolvidos ao longo dos anos através de embasamentos científicos. Quando tratamos de ciências devemos enquanto professores fazer com que os alunos conheçam e entendam os principais modelos científicos relativos aos temas que estão estudando, conhecendo assim suas abrangências e limitações (SILVA, 2012).

Tratando-se de modelos atômicos devemos fazer uso de métodos que possibilitem o conhecimento pleno que é o aceito cientificamente.

“Portanto modelo atômico é uma construção humana que tem por intenção tentar explicar um fenômeno microscópico, através da utilização de analogias e abstrações que poderão levar o aluno a abandonar suas concepções alternativas por definições mais coerentes do ponto de vista científico, e um maior entendimento sobre o conceito de átomo” (SANTOS, 2011).

Porém, precisamos estar atentos à dificuldade que os alunos enfrentam ao estudar e compreender algo que é microscópico e associá-lo ao macroscópico.

“O conceito de átomo, entendido enquanto modelo, apresenta muitas concepções alternativas devido à grande dificuldade de abstração e em transitar do nível macroscópico, também chamado de fenomenológico, e o nível microscópico também chamado de atômico molecular, ou seja, nível ao qual não conseguimos acessar, mas apenas abstrair” (SANTOS 2011).

Devemos provocar nos alunos a capacidade de correlacionar o macro e o microscópico a fim de obterem bom êxito na aprendizagem de modelos atômicos. Em Química, saber transitar entre os níveis de representação macroscópico, microscópico e simbólico são de

extrema importância para o aprendizado a níveis atômico e molecular, os alunos que desenvolvem esta visão adquirem sucesso na compreensão dos conceitos químicos (SILVA et al, 2013).

Todavia, a maior parte dos professores sentem dificuldades ao ensinar modelos atômicos de maneira a promover o aprendizado integral do assunto, que será requisitado para aprendizagens posteriores. Segundo Chassot (1996) Os professores de Química sempre se perguntam qual modelo deve ser ensinado, porém a resposta a essa pergunta seria em que esse conceito será usado depois.

Pensando nessa dificuldade de ensinar modelos atômicos é lançado mão de uma proposta de ensinar a teoria de Modelos Atômicos de forma interativa, em que o aluno tenha participação ativa no processo e possa realmente aprender o assunto, utilizando atividades lúdicas.

“A ideia do ensino despertado pelo interesse do estudante passou a ser um desafio à competência do docente. O interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem” (CUNHA, 2012).

A proposta de utilização de jogos para o ensino e a aprendizagem perfaz um histórico antigo, de acordo com Cunha (2012), o filósofo Platão (427-348 a.C) afirmava a importância de “aprender brincando”. Aristóteles sugere que a educação das crianças deveria ocorrer por meio de jogos que imitasse a atividade dos adultos. Os Romanos utilizavam jogos físicos para a formação cidadã. Entre os Egípcios e maias é observado os jogos como forma de ensinar aos jovens valores, normas e padrões da vida social com os mais velhos. Na idade média ocorre uma considerável regressão, pois a Igreja Católica considerava o jogo como um pecado. No século XVI surge com o renascimento a utilização dos jogos no processo educativo. Porém, o ensino tradicionalista deixou de lado por muito tempo, a utilização de jogos no meio educativo.

Lançar mão de novas propostas de ensino é essencial ao professor. Nos dias atuais é requisitado da sociedade escolar novas metodologias que proporcionem aos alunos um ensino mais dinâmico e diferenciado e é neste âmbito que as atividades lúdicas se inserem (BENEDETTI et al, 2009).

Através de atividades lúdicas podemos tornar o ensino-aprendizagem mais dinâmico e atraente para os alunos. “Indiscutivelmente, muitos professores de Química se utilizam de jogos e passatempos para tornar o aprendizado desta disciplina mais divertido e relevante” (BENEDETTI, et al, 2009).

Dessa forma, a participação dos alunos será mais ativa e prazerosa. O lúdico, quando utilizado na sala de aula, é uma forte ferramenta para despertar o interesse na maior parte do alunado, provocando motivação para buscar soluções e alternativas, contribuindo para uma aprendizagem coerente e eficaz (BENEDETTI, et al, 2009).

Os jogos lúdicos não são utilizados apenas com o intuito de diversão, mas também possuem o papel de ensinar determinado conteúdo. Soares e Cavalheiro (2006) dizem que o jogo possui duas funções, a lúdica que propicia diversão e prazer e a educativa que ensina algo que completa o indivíduo em seu saber e em sua compreensão de mundo. Cunha (2012) salienta ainda que um jogo só é considerado educativo quando equilibra as funções, a lúdica e a educativa. A lúdica está relacionada ao caráter de diversão e prazer que um jogo propicia. A educativa se refere à apreensão de conhecimentos, habilidade e saberes.

Além do Lúdico outro aspecto importante a ser abordado é a visão histórica da Química atrelada ao assunto que se quer ensinar, viabilizando assim uma melhor assimilação do assunto.

“Para compreender melhor a realidade e a complexidade das Ciências e do seu ensino, defendemos o estudo da História da Ciência como forma de humanizar e contextualizar o conhecimento científico, favorecendo a interdisciplinaridade e o aprendizado de temas como Modelos Atômicos” (RODRIGUES, 2012).

Há décadas vem sendo discutida a utilização da história das ciências no meio acadêmico, tanto nos cursos de licenciatura quanto no ensino médio; pouco a pouco ela está ganhando espaço nos currículos e nos cursos que se voltam para a formação na ciência (SILVA e PIMENTEL, 2008).

Para que ocorra maior significância na aprendizagem de modelos atômicos, é necessário atribuir ao ensino o contexto histórico a ele associado.

“Os modelos atômicos são representações de um conjunto de conhecimentos propostos em diferentes momentos da história, e que podem ser utilizados de forma didática para facilitar a compreensão do comportamento da matéria. É por isso que não podemos compreender o conceito de átomo se não soubermos a maneira como ele vem sendo construído ao longo do tempo” (SILVA, 2012).

A História da Química tem atribuído sentido a aprendizagem de conceitos que motiva os alunos e desafia-os a se transportarem no tempo através da história. Permite aos alunos identificar quais as necessidades, os questionamentos e raciocínios que determinados cientistas tiveram, bem como os diálogos com seus semelhantes. Esta forma de ensino permite aos alunos analisar os argumentos, hipóteses e deduções que os cientistas utilizaram alargando assim a compreensão da atividade científica (PICCOLI, 2011).

A história da ciência deve ser utilizada como forma de humanizar e contextualizar o ensino ajudando assim numa melhor compreensão da realidade e complexidade da ciência (Rodrigues 2012). Nesse sentido, a História da Química serve como um processo facilitador da aprendizagem de conteúdos da química, discutindo assim com os alunos os processos de transformação da ciência química (PICCOLI, 2011).

Em seu trabalho Rodrigues (2012) identifica que o ensino de modelos atômicos a partir da história da ciência favorece o entendimento de conceitos científicos relacionados ao átomo, pois a maior parte dos alunos conseguiu alcançar um aprendizado preciso e contextualizado.

Para além, o estudo do contexto Histórico não contribui apenas para a aprendizagem de modelos atômicos, mas também motiva na busca por tentar entender outros temas no âmbito da química e em outros campos da ciência (RODRIGUES, 2012).

O conhecimento da história das ciências pode nortear a organização do pensamento dos alunos, os mesmos podem posteriormente fazer uso do saber científico para argumentar a respeito de conhecimentos sociais e naturais que os circundam (CEBUSLKI e MATSUMOTO, 2011).

Uma das competências citadas nos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) é envolver esse aspecto histórico e humanístico do conhecimento “compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural” (BRASIL,1998). Além dessa promoção da participação do aluno promoveremos a inserção do estudo histórico de Modelos Atômicos de maneira a situar o ensino de Química na história e no tempo.

De acordo com Cebuslki e Matsumoto (2011) a abordagem da história da química é necessária para a aprendizagem de determinadas teorias, sendo assim é preciso abordar os contextos históricos nos quais conceitos químicos surgiram e foram substituídos por novas descobertas.

Sendo assim, podemos fazer uso da história da química dentro de vários instrumentos didáticos para que ocorra uma melhor aprendizagem. Esses instrumentos podem estar organizados e articulados dentro de uma sequência didática.

A sequência didática (SD) por ser um conjunto de ações encadeadas visando facilitar a aprendizagem e oportuniza ao professor abordar os conceitos utilizando diferentes instrumentos como o lúdico, a história da química, o debate, entre outros.

“No planejamento de uma sequência didática, pode ser intercalados diversas estratégias e recursos didáticos, tais como, aulas expositivas, demonstrações, sessões

de questionamento, solução de problemas, experimentos em laboratório, jogos de simulação, atividades, textos, dinâmicas, fóruns e debates, entre outros” (PEREIRA e PIRES, 2012).

O termo sequência didática é utilizado para definir procedimentos que são vivenciados passo a passo de maneira progressiva com o intuito de tornar o ensino mais eficiente. Elas são planejadas e desenvolvidas a partir de objetivos educacionais bem definidos com início e fim (ZABALA, 1998).

Trabalhar com uma sequência didática requer que a produção seja realizada por etapas de aprendizagem. Araújo (2013) alega que a ideia central de uma SD esta centrada na produção processualmente elaborada que permite a aprendizagem dos alunos.

De acordo com Méheut e Psillos (2004) uma TLS (Sequência de Ensino e Aprendizagem- TLS) pode ser tanto uma atividade de intervenção possibilitando a investigação, quanto uma curta sequência curricular para ensinar conceitos científicos, neste caso assemelhasse com a proposta aqui desenvolvida. Eles mostram ainda que a elaboração de uma TLS desencadeia um currículo integralizado onde estão presente escolhas que possibilitam a avaliação do ensino-aprendizagem que ocorre no âmbito educacional e que a relação professor e aluno deve permitir uma aula mais dialogada.

Com a realização da sequência didática é possível estreitar a relação entre os participantes, pois de acordo com Firme (2008) as atividades desenvolvidas na sequência didática buscarão garantir processos de interação entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo teve carácter qualitativo e quantitativo, uma vez que realizamos análises dos conhecimentos prévios dos alunos e os agrupamos em categorias, bem como realizamos no decorrer da sequência didática um questionário para averiguar quais as novas concepções dos alunos sobre os modelos atômicos e por fim qualificamos, com a realização do jogo, se o assunto de modelos atômicos foi tratado de maneira significativa para o aluno.

Nosso estudo foi aplicado em uma Escola de Ensino Médio da Rede Pública da cidade de São Bento do Una, Agreste Pernambucano. Participaram duas turmas, uma turma do 1º ano que ainda não tinha visto o assunto de modelos atômicos e outra do 2º ano que já havia visto o conteúdo, ambas do Ensino Médio, pois desejávamos observar se a aprendizagem era adquirida da mesma forma por ambas as turmas ou se a turma que já tinha visto o assunto teria mais resistência a aprendizagem.

A sequência didática foi aplicada em 6 aulas, duas aulas geminadas, durante 3 semanas. Estas aulas foram vivenciadas em momentos diferentes por ambas as salas, sendo assim cada sala teve o seu momento de aplicação do projeto.

A fim de avaliar qual o perfil das turmas a serem trabalhadas, realizamos um questionário pessoal em que identificaríamos a idade, interesse pela Química e se os alunos já tinham visto o assunto de modelos atômicos. Para isso, aplicamos um questionário pessoal a 30 alunos que cursavam o 1º e o 2º anos das turmas analisadas, escolhemos apenas metade das turmas uma vez que consideraríamos só uma amostragem e não um todo, pois facilitou na hora da correção.

As perguntas presentes no questionário foram as seguintes:

1. Qual a sua idade?
2. Qual o seu grau de escolaridade?
3. Você gosta de estudar Química?
4. Se os alunos já haviam estudado o assunto de modelos atômicos?

Essas questões nos ajudaram a traçar o perfil pessoal do grupo de alunos.

Em seguida utilizamos uma sequência didática segundo Méheut (2005), a qual foi dividida em cinco momentos:

- a) No primeiro momento foi solicitado aos discentes que desenhassem com tinta guache em papel A4 suas noções prévias de modelo atômico. Esta etapa nos permitiria identificar como os discentes compreendem os modelos atômicos e sua relação com a Química.
- b) O segundo momento consistiu na divisão da turma em grupos de cinco ou seis alunos, cinco grupos por sala, para leitura de textos relacionados ao tema átomo (Rodrigues, 2012). Dentre os textos utilizados estão: Texto 1 “Os filósofos gregos e suas explicações sobre a composição da matéria”; Texto 2 “Jonh Dalton e a elaboração da teoria atômica”; Texto 3 “Estudos sobre eletricidade que conduziram a descoberta dos elétrons e ao modelo atômico de Thomson”; Texto 4 “O uso da radioatividade nos estudos sobre o átomo e a proposta do modelo atômico de Rutherford”; Texto 5 “Niels Bohr e o modelo atômico atual”. Após a leitura dos textos cada grupo ficou responsável por responder quatro questões referentes ao texto que haviam lido essas questões encontram-se no apêndice dois, Essas respostas serviram para nortear cada grupo a fim de que cada um deles pudessem explicar ao grande grupo quais os pensamentos de cada cientista sobre suas teorias.
- c) No terceiro momento foi aplicado um questionário na escala Likert aos alunos a fim de avaliar quais os conhecimentos adquiridos sobre a leitura dos textos. O questionário Likert consiste em afirmativas sobre o assunto onde os alunos respondem relacionando o nível de concordância com a afirmativa. As afirmativas estão dispostas em forma de tabela onde possuem a numeração de 1 à 5. Se os alunos escolhem o número 1, isto significa que eles discordam plenamente da afirmativa. Se respondem 2 eles consideram que a maior parte da afirmativa esta errada, mas possui alguma parte correta na frase. Se marcam 3 nem discordam e nem concordam, apenas preferem não opinar. Se respondem 4 concordam que a maior parte da afirmativa esta correta, mas há parte da afirmativa que esta errada. Por último, se respondem 5 concordam plenamente com a afirmativa. Os resultados obtidos a partir da análise do questionário nos possibilitaram comparar e confrontar os conhecimentos prévios com os conhecimentos já adquiridos pelos alunos.
- d) No quarto momento foi aplicado um jogo denominado ludo Químico, o qual possui o tabuleiro de um ludo convencional onde os jogadores lançam o dado e pulam as casas que o dado indicar, se a casa indicada possuir uma estrela, para

permanecer na casa o aluno terá que responder a uma pergunta e acertar, se ele errar lançará o dado novamente e voltará às casas no tabuleiro que o dado indicar, ao todo são quarenta casas sendo dez delas ocupadas pelas estrelas que equivalem a uma pergunta. O aluno que completar as quarenta casas com as quatro peças ganhará o jogo. Nessa etapa os alunos poderão testar o aprendizado individualmente, pois o erro ou acerto seria atribuído ao aluno que respondesse a pergunta. Além disso, na medida em que um aluno acertasse ou errasse a questão, a pergunta seria discutida no grupo de maneira que seus participantes também aprendessem de forma coletiva.

- e) No quinto momento os alunos preencheram o caça-palavras, que consistiu num jogo individual onde eles pintaram as casas que designam palavras-chave do assunto de modelos atômicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de iniciarmos os trabalhos, certificamo-nos que os alunos do 1º ano, que foram alunos dessa mesma escola no 9º ano, não tinham visto o assunto, uma vez que o professor só havia ensinado o assunto de física e não o assunto de química no 9º ano, sendo assim pode-se considerar que uma media de 90% dos alunos do 1º ano não haviam tido contato com o assunto de modelos atômicos.

Lellis (2003) afirma que as aulas de ciências compreendidas entre o 6º e o 9º anos do ensino Fundamental valorizam mais o ensino de biologia, pois a maior parte dos professores de ciências desses anos é formada em biologia e procura apoio em livros didáticos que privilegiam essa disciplina em detrimento da química e da física.

Participaram do estudo 62 alunos, permanecendo uma média de 36 alunos do 1º ano e 26 do 2º ano. Inicialmente foi aplicado um questionário pessoal com um quantitativo de 30 alunos dos 62 alunos que participaram do estudo, em que 60% dos alunos eram do 1º ano e 40% eram do 2º ano, metade dos alunos de cada sala, pois desejávamos apenas uma amostragem de cada turma. Esses questionários pessoais foram distribuídos aleatoriamente.

Da amostragem de 30 alunos, 60% encontram-se na idade adequada, entre 15 e 16 anos de idade. Sendo assim, podemos constatar que a maior parte dos alunos em ambas as salas não são repetentes e estão na faixa etária correta para o ano ao qual estão matriculados na escola.

Com relação à terceira pergunta 63% responderam que gostavam pouco de química, mostrando assim que a maior parte dos alunos não gosta muito da disciplina. De acordo com Silva (2011) das disciplinas ministradas no Ensino Médio a Química é citada pelos alunos como uma das mais difíceis e complicadas de estudar, pois ela é abstrata e complexa. Cardoso e Colinvaux (2000) realizaram em seu trabalho uma pesquisa a fim de saber se os alunos gostam de química e porque gosta ou não gosta, a maior parte das respostas estão pautadas na não necessidade dos conteúdos para o dia-a-dia, na dificuldade em aprender os conteúdos e na forma com que os mesmos são ensinados.

Quanto a quarta pergunta, 66% dos alunos responderam que ainda não tinham visto o assunto de modelos atômicos. Sendo assim a maior parte ainda não conhecia o conceito de modelos atômicos, mesmo os que já tinham visto, os do 2º ano, não se lembravam do assunto. De acordo com Cardoso e Colinvaux (2000) a não aprendizagem dos alunos podem estar associada a utilização de aulas tradicionais que não valorizam a aprendizagem crítica.

Lembrando que este conteúdo é um conteúdo programado para ser estudado no 1º bimestre do 1º ano e que este assunto está contido no livro do 1º ano, porém, mesmo assim até a aplicação do trabalho que permeia o 2º bimestre, os alunos do 1º ano ainda não tinham visto o conteúdo de modelos atômicos, já os alunos do 2º ano tinham visto o assunto, por isso foi possível comprar a aprendizagem de ambas as turmas e se os alunos do 2º ano conseguissem ou não reelaborar seus conhecimentos.

5.1 Análise das concepções prévias dos alunos

Visando identificar e compreender as concepções prévias dos alunos para que a partir delas fosse possível planejar os próximos encontros, foi proposta a elaboração de um desenho com tinta a dedo. A utilização da tinta a dedo serviu de atrativo para uma aula diferenciada onde o aluno não utilizaria o material escolar usual. Esse atrativo fez com que todos os alunos de ambas as turmas que estavam presentes na aula participassem.

A princípio foi solicitado que cada aluno descrevesse no desenho como ele imaginava que fosse o átomo através de desenhos e que em poucas palavras ele descrevesse o que o desenho significava. Ao todo participaram desta etapa 53 alunos, sendo 28 desenhos do 1º ano e 25 desenhos do 2º ano.

Ao analisar os desenhos foi perceptível a associação a quatro modelos distintos. Foi representado o modelo de Dalton que considera o átomo como a menor parte da matéria sendo ele uma esfera rígida e indivisível, o de Thomson que considera o elétron contendo carga negativa, o de Rutherford-Bohr que considera o átomo com núcleo, eletrosfera, prótons, nêutrons e elétrons e por último o modelo animista que associa características celulares a matéria (GOMES e OLIVEIRA, 2007).

Esta última concepção esteve bastante presente na turma do 1º ano, talvez por estar estudando a constituição celular dos seres vivos ou por ter atribuído significados de assuntos vistos na disciplina de biologia, uma vez que a constituição celular também possui núcleo (GOMES e OLIVEIRA, 2007). Dos alunos do 1º ano que expressaram sua concepção de átomo através de desenhos 82% associaram o átomo a célula, este fato pode ser observado nas Figuras 1 e 2, em que os alunos expressaram suas concepções de átomo.



Figura 1: Desenho do átomo que se assemelha a uma célula, realizado por uma aluna do 1º ano.

Na Figura 1, a autora desse desenho diz que dentro do “átomo” estavam as bactérias representadas pela cor verde e preta, uma vez que as bactérias são ruins. Essa concepção do átomo como célula também foi observada na frase de outra aluna que alegou que o átomo possuía membrana e cloroplastos.

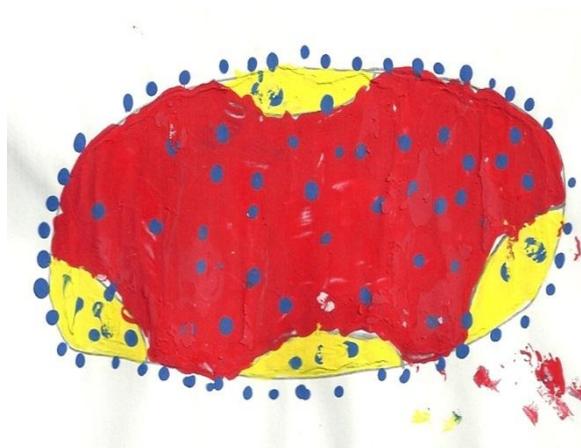


Figura 2: Desenho do átomo realizado por uma aluna do 1º ano que representa uma célula.

Considerando que a maior parte dos alunos do 1º ano não viram ainda o assunto de modelos atômicos e que demonstraram este fato nos desenhos, então não podemos fazer nestes desenhos uma análise mais acurada uma vez que a associação foi apenas relacionada com o conceito celular.

Entretanto, após a análise dos desenhos do 2º ano foi possível categorizar em nove subdivisões que foram enumeradas de acordo com a constituição do desenho, foram elas:

- 1- Apenas fez o desenho
- 2- Associou a outra disciplina (exemplo biologia, estudo da célula)
- 3- Demonstrou que o átomo possuía subdivisões

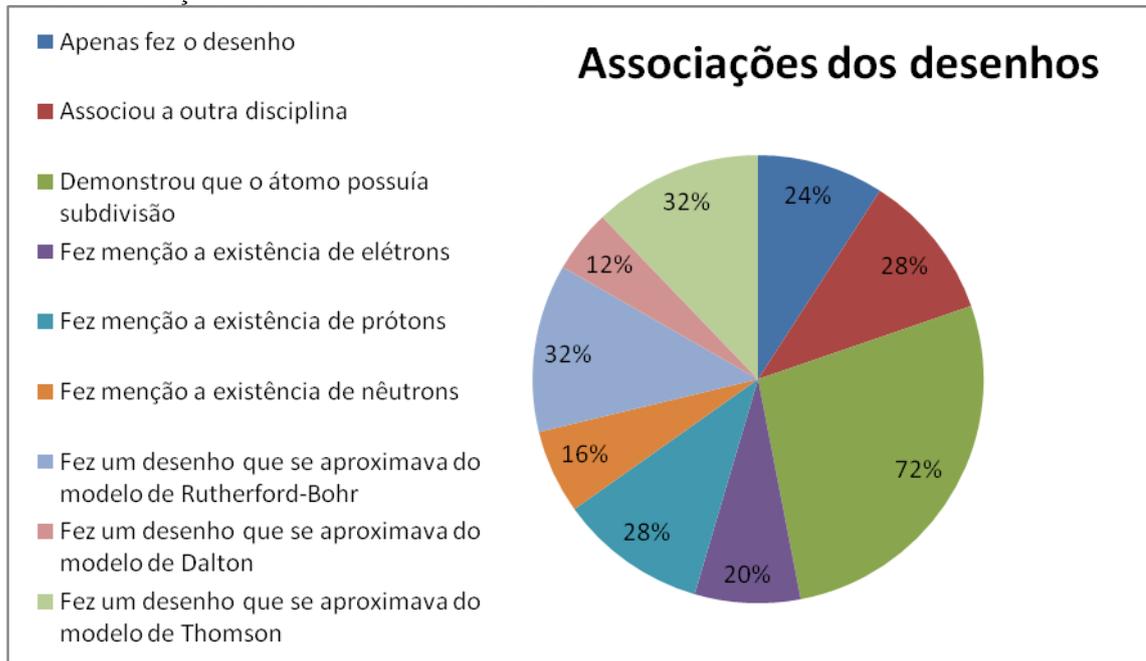
- 4- Fez menção a existência de elétrons
- 5- Fez menção a existência de prótons
- 6- Fez menção a existência de nêutrons
- 7- Fez um desenho que se aproximava do modelo de Rutherford-Bohr
- 8- Fez um desenho que se aproximava do modelo de Dalton
- 9- Fez um desenho que se aproximava do modelo de Thomson

Quase todos os desenhos possuem mais de uma atribuição, alguns, os mais completos, possuem quatro ou cinco categorias, pois por mais que categorizaram os prótons, elétrons e nêutrons, alguns ainda confundem com a divisão celular. Os resultados estão demonstrados na Tabela 1 e gráfico 1 com as respectivas percentagens e quantidade de alunos do 2º ano.

Tabela 1: Classificação dos desenhos dos alunos do 2º ano

Categoria	Quantidade de alunos	Percentual de alunos
1	6 alunos	24%
2	7 alunos	28%
3	18 alunos	72%
4	5 alunos	20%
5	7 alunos	28%
6	4 alunos	16%
7	8 alunos	32%
8	3 alunos	12%
9	8 alunos	32%

Gráfico 1: Associações dos desenhos dos alunos do 2º ano.



Analisando o gráfico 1, podemos perceber que mesmo o aluno que associou o desenho a disciplina de biologia, esta enquadrada nas categorias de desenho Rutherford-Bohr, Dalton ou Thomson, pois apesar das explicações estarem relacionadas a célula o desenho se assemelhava a um desses modelos. Como podemos observar na imagem a seguir que faz menção a célula e a divisão atômica.

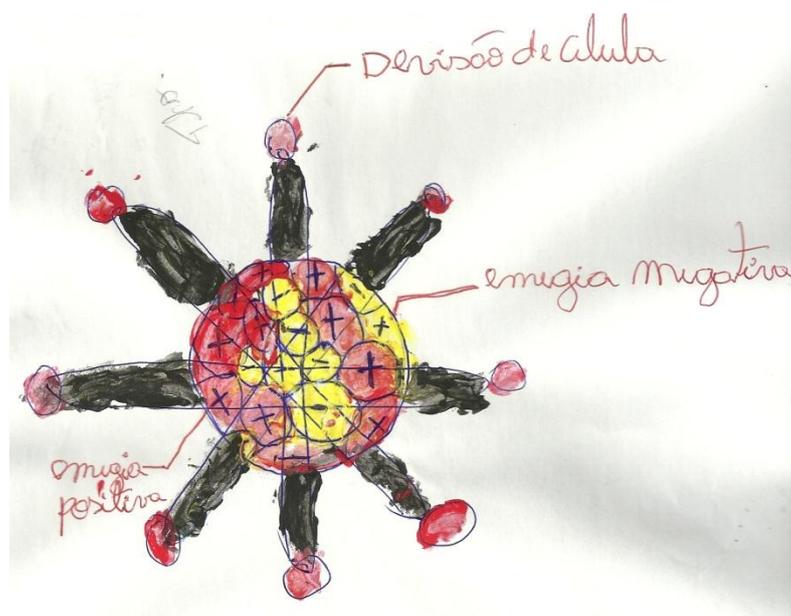


Figura 3: Desenho que mescla a constituição atômica e celular realizado por um aluno do 2º ano.

De acordo com a tabela 1 podemos perceber que apesar de alguns alunos terem realizado o desenho do átomo, não explicaram de forma coerente, o que estavam representando com aquele desenho. Vale salientar que todos, apesar de não explicarem o desenho escrevendo algo sobre o mesmo, nomearam o desenho de átomo, sendo assim podemos avaliar que eles participaram da aula, porém não alcançaram o objetivo que seria compreender a estrutura atômica. Dentro desse aspecto podemos classificar 6 alunos do 2º ano.

Quanto aos 7 alunos do 2º ano que fizeram menção a outra disciplina, apenas um fez menção a geografia, dizendo que o átomo seria atraído pelo sol por isso existia vida em nosso planeta. Os outros 6 fizeram menção a biologia. Quatro dos alunos disseram que o átomo seria a parte maior de uma célula. Um falou que a divisão celular fazia parte da divisão atômica e a última fez relação do átomo com a geração da vida. Esse quantitativo de alunos mostra que ainda existem traços da aprendizagem de biologia do 9º ano, porém comparado aos alunos de 1º ano, podemos relatar que são poucos.

Dentre os alunos do 2º ano, 18 alunos demonstraram que o átomo tinha subdivisões. Sendo que, 6 demonstraram apenas em forma de desenho que havia a divisão atômica mas não explicaram de forma escrita. Outros 6 demonstraram que havia divisão atômica e explicaram de forma escrita que havia essa divisão, porém não explicaram de forma sucinta qual seria essa divisão; associaram a formas de energia, etc. E outros 6 demonstraram a divisão atômica em forma de desenho e de forma escrita quais as divisões atômicas, nomeando-as de prótons, elétrons, neutros, cargas positivas e negativas, eletrosfera e núcleo.

Analisando os resultados podemos perceber que, embora 16 alunos consigam identificar que o átomo é constituído de partículas como elétrons, prótons e neutros, eles ainda não sabem onde cada uma destas encontra-se na divisão atômica, além de em alguns casos citarem apenas 2 das partículas, por exemplo prótons e elétrons ou conceituar o átomo usando outro modelo e não o qual está descrito no desenho (Figura 4). Este fato nos faz observar que ao aprender os modelos atômicos os alunos acabam por confundir um modelo com o outro, como podemos perceber através da explicação de um dos alunos sobre o átomo na figura 4 a seguir:

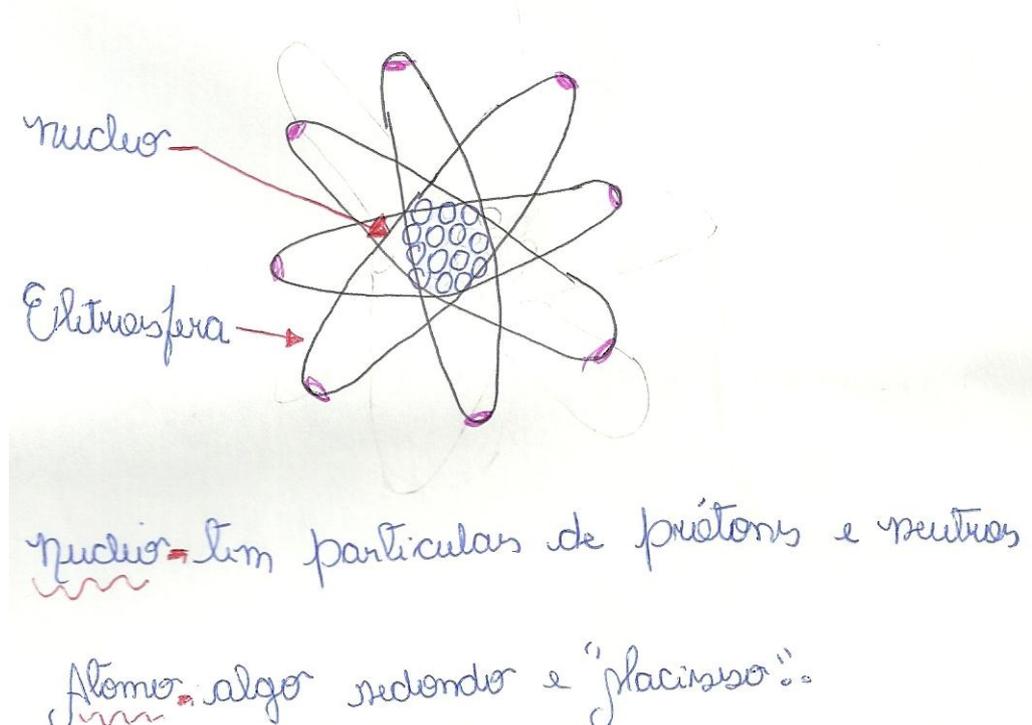


Figura 4: Desenho que representa traços do modelo de Rutherford-Bohr e Dalton, realizado por uma aluna do 2º ano.

De acordo com França e colaboradores (2009) isto ocorre porque “[...] os professores esquecem que a superação das dificuldades na construção do conhecimento científico tem evolução histórica e apresentam aos alunos conceitos e modelos de forma pronta e acabada, como verdades incontestáveis”. Sendo assim os alunos podem confundir um modelo com o outro.

Tratando-se da semelhança com o modelo de determinado cientista podemos observar que 8 deles realizaram um desenho que se assemelhava ao modelo de Rutherford-Bohr, dessa forma foi possível perceber nos desenhos o núcleo com bolinhas de duas cores diferentes e anéis com bolinhas ao redor de cada anel.

Três alunos realizaram desenhos que se aproximavam ao modelo de John Dalton, 2 deles utilizaram subdivisão dentro de uma esfera maciça, sendo assim podemos perceber que acreditam que o átomo seja uma esfera, mas que dentro dele existe subdivisão. Apenas 1 deles demonstrou que o átomo são pequenas esferas rígidas e indivisíveis.

Oito alunos realizaram desenhos que se aproximavam do modelo de Thomson, 4 deles associaram que o átomo seria uma esfera e que dentro dela teria cargas de energia, 3 deles descreveram que no átomo existia camadas, porém o átomo foi desenhado de forma redonda sem anéis ou círculos ao seu redor, sendo este considerado como modelo de Thomson. Um

dos alunos associou ainda o desenho ao modelo de Thomson, porém em sua explicação escrita nomeou os elétrons de célula.

5.2 Análise dos textos adotados

Com a finalidade de trazer para sala de aula um conhecimento mais elaborado sobre a vida e história de cada um dos pesquisadores da teoria atômica e suas descobertas científicas, foi proposta uma leitura em grupo de textos que relatavam a vivência e descobertas desses pesquisadores. A utilização do contexto histórico para ensinar modelos atômicos é de importância para os alunos, uma vez, que os mesmos perceberão que não foi apenas um cientista que pensou ou construiu determinado conceito, mas que foi uma série de cientistas que construíram teorias ao longo da história. De acordo com França e colaboradores (2009) o conhecimento é uma construção social e histórica e os modelos atômicos foram sofrendo reformulações teóricas desde os gregos, porém muitas vezes os professores esquecem que existe uma construção do conhecimento científico que só poderá ser efetivada com a construção histórica.

Os textos escolhidos foram obtidos a partir do levantamento bibliográfico realizado por Rodrigues (2012) em sua tese e encontram-se no anexo 1.

A escolha dos textos deveu-se a abordagem histórica ser pequena no livro didático adotado por ambas as turmas, pois os mesmos, em especial o do 1º ano que traz o assunto, faz referência ao contexto histórico da evolução dos modelos atômicos, porém não de forma completa, apenas em pequenos trechos. Além disso, os textos trazem uma produção realizada de forma não linear para que fique claro para os alunos que a evolução dos modelos atômicos se deu de forma conjunta e não por um cientista apenas.

As turmas foram divididas em pequenos grupos de 5 ou 6 alunos onde os mesmos realizaram a leitura prévia dos textos e logo em seguida responderam a 4 questões, que estão no apêndice 2 referentes aos textos lidos. Essas perguntas foram a base norteadora para a socialização de cada texto ao grande grupo.

Após realizar a leitura e responder as 4 questões relacionadas ao texto designado ao grupo, os alunos fizeram uma exposição dialogada de cada texto, expondo as partes principais destacadas pelo grupo e ao final expondo as questões referentes ao seu texto. Essas questões

referente a cada texto, encontram-se no apêndice 2. A exposição de todos os textos foi intermediada pela professora regente, licencianda em Química. A intervenção da professora ocorreu quando os alunos deixavam de apresentar algum dado importante ou quando os alunos não apresentavam de forma objetiva e clara ao grande grupo.

A socialização dos textos foi importante no processo de ensino-aprendizagem do assunto, uma vez, que foram os próprios alunos que planejaram a forma de socialização participando assim ativamente da aula e contribuindo para a sua formação tanto no aspecto cognitivo quanto social, pois com a socialização contribuiu para a aprendizagem dos outros alunos.

Para os alunos do 1º ano a discussão do texto ressaltando o contexto histórico, político e social dos cientistas que propuseram os modelos atômicos, foi importante uma vez que a abordagem deu-se de forma dinâmica e interativa provocando assim a reelaboração do conhecimento.

A socialização dos textos para os alunos do 2º ano verificou-se foi possível reestruturar seus conhecimentos a partir de uma visão histórica-social sobre os modelos atômicos, pois eles ainda não tinham estudado o assunto ressaltando esse aspecto. A utilização do texto também possibilitou compreender assuntos que não foram tratados quando viram, como o pensamento dos filósofos gregos, etc.

Essas conclusões foram evidenciadas no diálogo com os alunos durante a participação, nas apresentações, bem como nos registros escritos que os alunos elaboraram sobre seus respectivos temas.

Quanto as respostas encontradas em cada questionário podemos relatar que os grupos, em ambas as salas, conseguiram responder de forma correta a cada uma das questões sobre os filósofos e na medida em que apresentaram demonstraram de forma clara uma construção sistemática da história dos filósofos.

Quanto as respostas obtidas para os grupos que ficaram responsáveis por apresentar as teorias de Dalton, podemos constatar que os alunos conseguiram expor a vida de Dalton de forma sucinta, mas que o grupo do 1º ano afirmou que o daltonismo de Dalton o prejudicou em suas pesquisas, durante o debate, foi explicado a todos os alunos que ele não foi prejudicado.

Quando ambas as turmas responderam as questões destinadas ao grupo 3, que falava de Thomson, eles fizeram o relato de forma a exemplificar o modelo no quadro para que o grande grupo entendesse.

Quanto as respostas obtidas para o grupo 4, que ficou responsável por responder questões sobre Rutherford, ambos os grupos apresentaram novamente as respostas obtidas no quadro, exemplificando e representando o modelo.

Quanto ao grupo 5, as respostas obtidas sobre fóton foram condizentes com o apresentado ao grupo, ambos os grupos falaram da emissão de energia para o grande grupo.

5.3 Análise dos questionários Likert

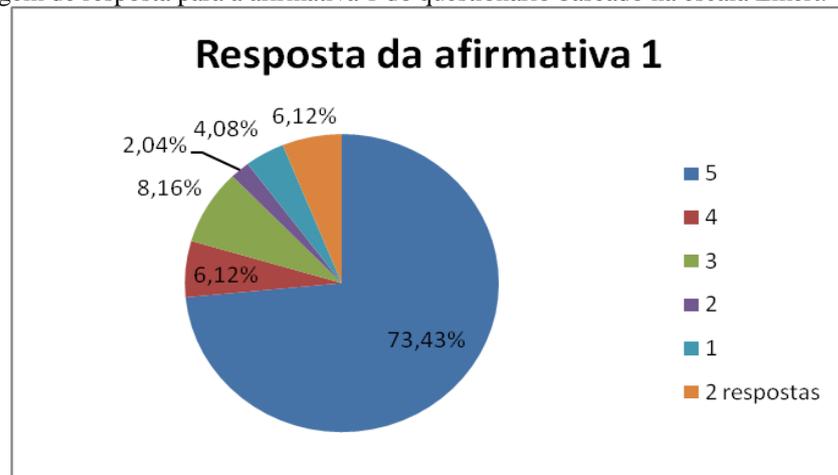
A realização do questionário Likert (apêndice 3) possibilitou-nos verificar se a abordagem histórica pode facilitar a aprendizagem. Esta forma de questionário não contempla questões subjetivas, apenas questões exploratórias de qual nível de aprendizagem foi obtido até o momento com a aplicação da sequência didática. Ao longo da sequência mais questões avaliativas foram realizadas a fim de nos auxiliar na compreensão da aprendizagem dos alunos.

Analisaremos agora a resposta obtida em cada afirmativa do questionário considerando que para alunos do 1º ano foram respondidos 25 questionários e para alunos do 2º ano foram respondidos 24 questionários. Num total de 49 alunos participantes.

5.3.1 Afirmativa 1: Para Demócrito a matéria seria formada de grãos infinitamente pequenos, indivisíveis, imutáveis e imperceptíveis aos olhos humanos. Já Empedocles acreditava que a matéria era composta por quatro elementos fundamentais: água, ar, terra e fogo.

Esta afirmativa possui um nível de concordância 5, uma vez que esta toda correta. Em relação aos alunos do 1º ano 17 acertaram e aos do 2º ano 19 acertaram, num total de 36 alunos, sendo assim 73,47% dos participantes. Os resultados em percentuais estão apresentados no gráfico abaixo.

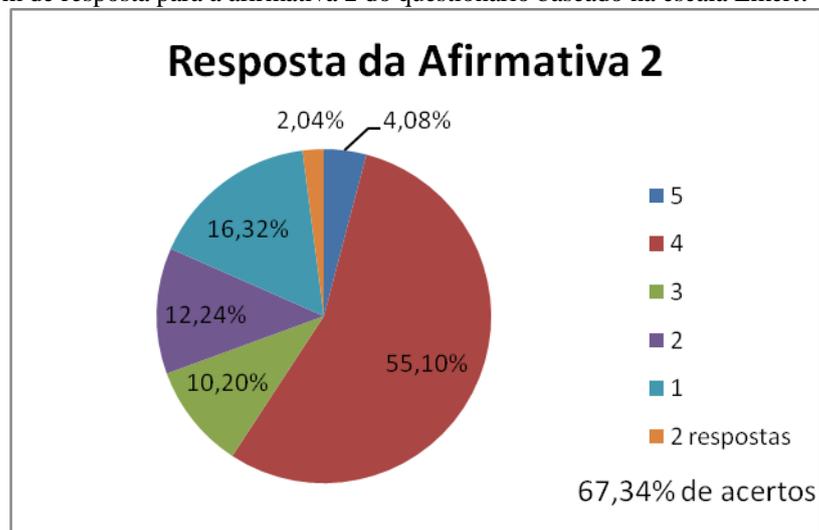
Gráfico 2: Porcentagem de resposta para a afirmativa 1 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.2 Afirmativa 2: Thomson imaginava que o átomo era uma esfera rígida e indivisível e John Dalton também acreditava nesse modelo, porém alegava que havia partículas elétricas encrustadas nessa esfera rígida.

Nesta afirmativa existem duas respostas que podemos considerar corretas, com relação ao modelo atômico proposto, porém os nomes dos cientistas que propuseram o modelo estão trocados, pois John Dalton era quem imaginava que o átomo fosse uma esfera rígida e indivisível e Thomson alegava que havia partículas elétricas encrustadas na esfera. Assim as opções 2 e 4 estão corretas, em todo caso a opção 4 estaria mais correta uma vez que a afirmativa esta apenas um pouco errada. Ao total tivemos 67,34 % de acertos. A seguir mostraremos a porcentagem de respostas obtidas em forma de gráfico para a afirmativa 2.

Gráfico 3: Porcentagem de resposta para a afirmativa 2 do questionário baseado na escala Likert.

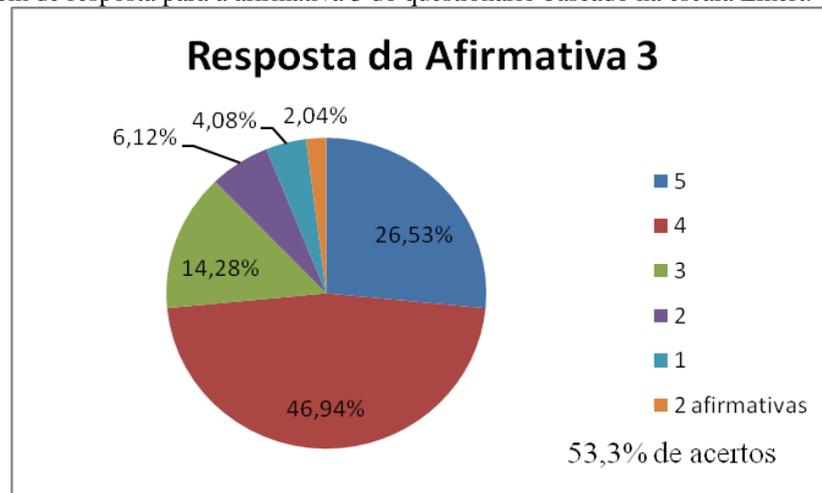


5.3.3 Afirmativa 3: Os elétrons que conhecemos hoje foram descobertos através dos raios catódicos. J.J Thomson foi o mentor desses experimentos, com ajuda do seu professor de doutorado, Ernest Rutherford.

Esta afirmativa esta quase toda correta, a não ser pelo fato de Rutherford não ser professor de Thomson, o correto seria o contrário Thomson professor de Rutherford. Sendo assim, essa afirmativa permite novamente duas marcações, ou marcação 4 ou marcação 2, em todo caso a marcação mais correta seria a marcação 4, pois a confusão aqui seria quem é o pesquisador mais velho.

É perceptível que muitos alunos responderam 5, pois a afirmativa só não esta correta por um simples detalhe que a maior parte pode ter confundido quanto a quem era professor e quem era aluno. A seguir mostraremos o gráfico com os resultados obtidos.

Gráfico 4: Porcentagem de resposta para a afirmativa 3 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.4 Afirmativa 4: John Dalton era portador de uma deficiência visual para a percepção das cores, que hoje em dia é conhecida como Daltonismo.

A marcação correta seria 5, pois a afirmativa esta toda correta, podemos perceber que os índices de acertos foram grandes em relação as outras marcações. Em todo caso a marcação 2 teve um bom índice, alguns alunos disseram que apesar de saber que Dalton não enxergava nitidamente acharam que esta afirmativa não deveria esta correta, pois não poderia relacionar uma deficiência a um grande cientista. A seguir mostraremos o gráfico que demonstra os resultados.

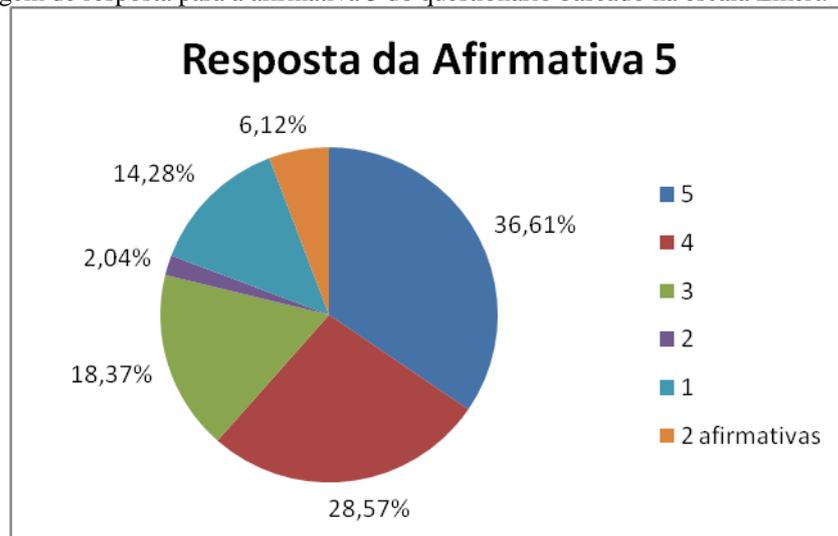
Grafico5: Porcentagem de resposta para a afirmativa 4 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.5 Afirmativa 5: Na elaboração de sua teoria atômica, Dalton recebeu forte influência dos estudos de Boyle e de Einstein, além de perceber através das suas próprias observações que a matéria realmente deveria ser formada por átomos. Em 1802 já realizava esquemas com concepções atomísticas.

A resposta correta para essa marcação seria 4, pois as influências seriam de Boyle e Newton que viveram antes de 1802 época das pesquisas de Dalton. O índice de erro é considerado grande, uma vez que Einstein viveu por volta do século XX e não IX como Dalton viveu. Este fato prova que os alunos não consideram o fator histórico de cada pesquisador, em todo caso como não tratamos de nenhum assunto relacionado a Einstein, então não podemos predizer que eles conhecem a historicidade dele, bem como a época em que ele viveu, pode-se perceber que a marcação em 5 é alta ressaltando a certeza de que ambos viveram na mesma época. A seguir mostraremos o gráfico que demonstra os resultados.

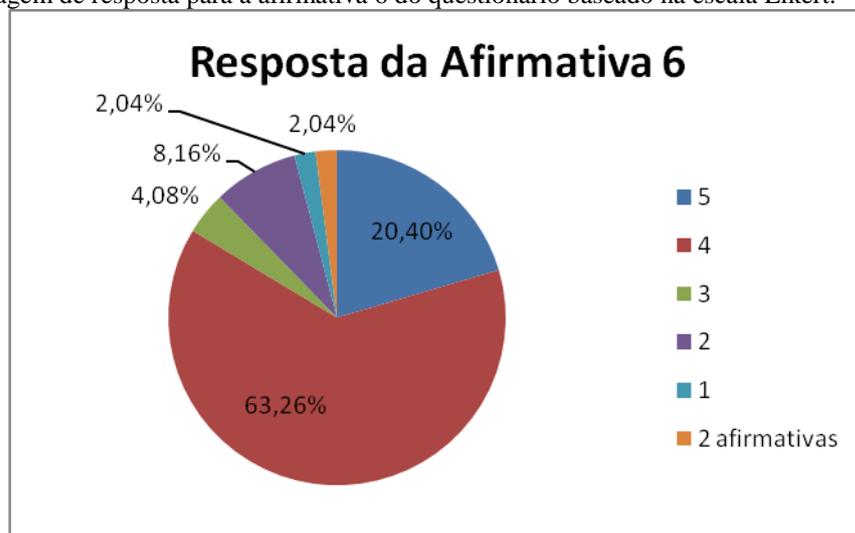
Gráfico 6: Porcentagem de resposta para a afirmativa 5 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.6 Afirmativa 6: Thomson não sofreu nenhuma influência na elaboração de seus estudos. O modelo atômico de Thomson ficou conhecido e foi divulgado como modelo “pudim de passas”.

Esta afirmativa possui duas marcações corretas a 4 e a 2. Porém a mais correta seria a 4, pois só há um equívoco ao dizer que Thomson não sofreu nenhuma influência. Podemos observar que o índice de acertos foi consideravelmente alto, este fato indica que os alunos estavam atentos ao responderem o questionário. A seguir mostraremos um gráfico ilustrando os resultados.

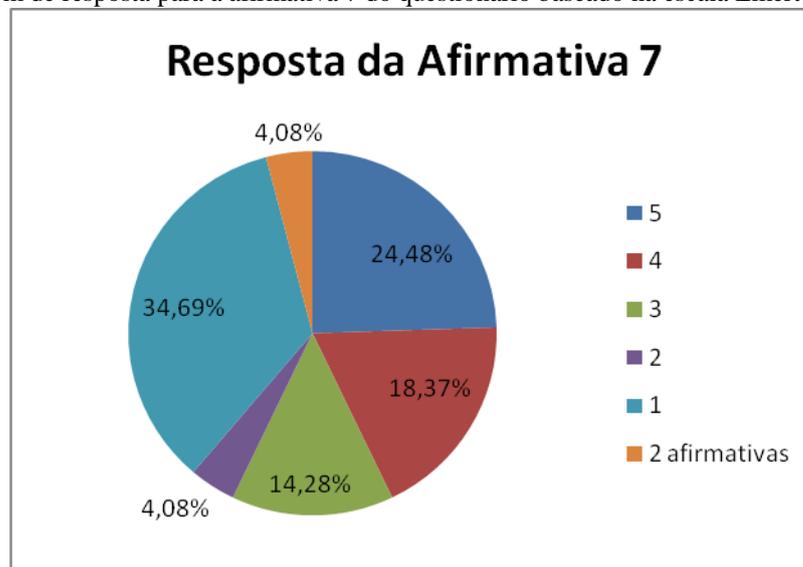
Gráfico 7: Porcentagem de resposta para a afirmativa 6 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.7 Afirmativa 7: A radioatividade descoberta por Marie Curie e Pierre Curie não influenciaram os estudos de Ernest Rutherford.

A afirmativa possui dois erros específicos, o primeiro seria o fato de Becquerel ter descoberto a radioatividade e não os Curie, o segundo seria a radioatividade não influenciar os estudos de Rutherford, pois seus estudos foram fortemente baseados na radioatividade. É perceptível que o índice de erros é considerado grande, este resultado pode está associado ao fato de que muitos consideram os Curie mentores da radioatividade e também não perceberam a negativa quanto a contribuição da radioatividade nos estudos. A afirmativa correta seria 1. Gráfico 8 com as relações feitas da afirmativa 7.

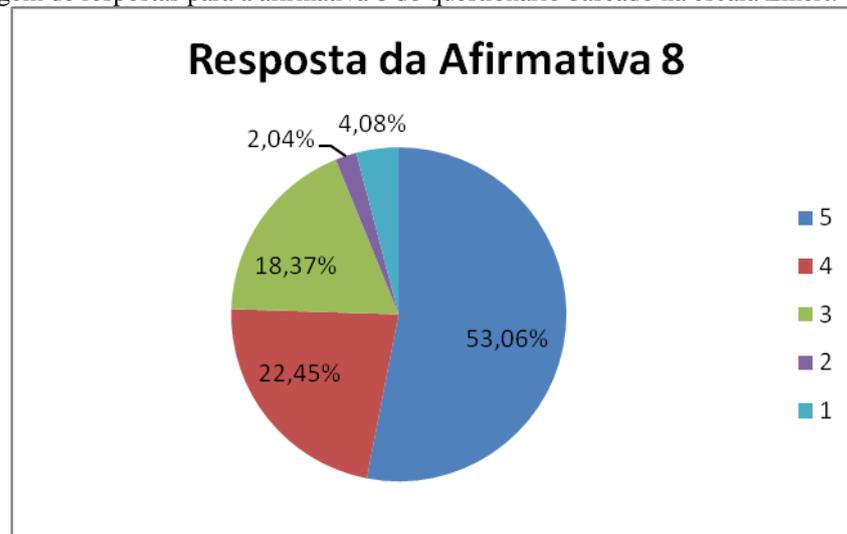
Gráfico 8: Porcentagem de resposta para a afirmativa 7 do questionário baseado na escala Likert



5.3.8 Afirmativa 8: Rutherford emitiu partículas alfa em uma folha de ouro, onde as mesmas eram espalhadas de maneiras diferentes. Esse experimento possibilitou provar que existia uma subdivisão de partículas no átomo.

A marcação correta para essa afirmativa seria a 5. Muitos alunos marcaram 3 preferindo não opinar, outros marcaram a opção 4 mostrando que ainda ficaram dúvidas sobre a divisão atômica. A seguir demonstraremos esses resultados através do gráfico 9.

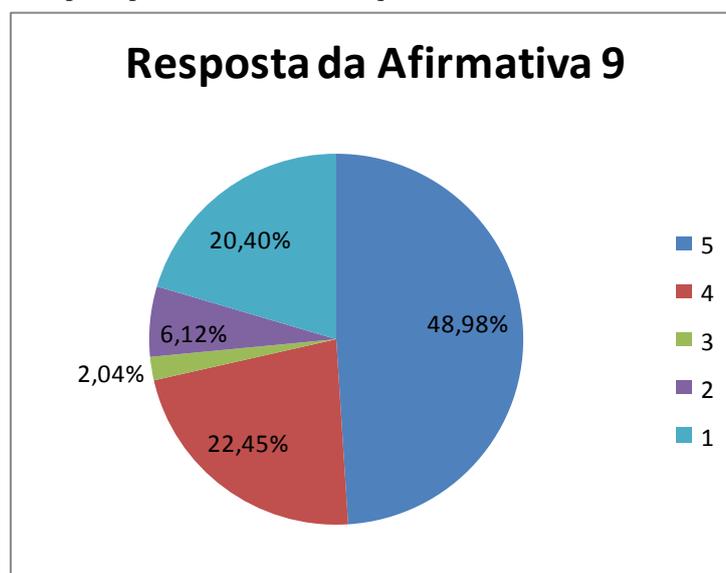
Gráfico 9: Porcentagem de respostas para a afirmativa 8 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.9 Afirmativa 9: O modelo planetário de Rutherford era falho de acordo com a mecânica clássica, pois os elétrons podiam perder energia e cair sobre o núcleo, então Bohr deu uma explicação Quântica ao modelo Planetário.

A marcação correta para essa afirmativa seria 5, pois realmente Bohr complementou os estudos de Rutherford. O índice de acerto pode ser considerado bom, mas ainda existem muitas marcações 4, onde podemos entender que muitos alunos ainda não conseguem distinguir os nomes dos teóricos. E também existem muitas marcações 1, onde os podemos considerar que os alunos não concebem que os estudos de um pesquisador podem complementar os estudos do outro. A seguir mostraremos o gráfico 10 que considera todas as respostas.

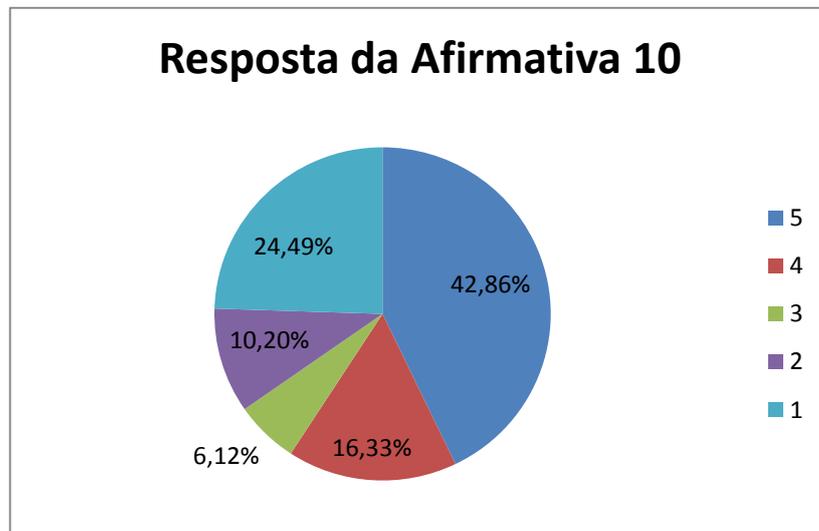
Gráfico 10: Porcentagem de resposta para a afirmativa 9 do questionário baseado na escala Likert.



5.3.10 Afirmativa 10: O modelo Planetário é conhecido na atualidade como uma criação de Rutherford-Bohr.

A resposta correta para essa afirmativa seria 5. Mas equiparando a questão anterior muitos ainda não concebem que um pesquisador pode auxiliar o outro, por isso existe grande índice de marcação 1. Gráfico 11 contendo as respostas da afirmativa 10.

Gráfico 11: Porcentagem da resposta para a afirmativa 10 do questionário baseado na escala Likert.



Fazendo um apanhado geral de todas as respostas corretas temos uma média de 50,6% de acertos este fato sugere que os alunos conseguiram obter um bom aprendizado sobre a construção histórica dos modelos atômicos a partir da socialização dos textos, porém ainda não conseguiram obter um aprendizado eficaz. Pensando em outra forma de ensino-aprendizado lançamos mão da proposta do ludo químico.

Como pode ser observada, no questionário em escala Likert, uma boa parte dos alunos ainda possuíam dúvidas sobre o assunto de modelos atômicos, em especial sobre a historicidade dos pesquisadores, pois apesar da reflexão realizada por todos os alunos, a maior parte só teve contato com apenas um texto sendo os demais apresentados por outros grupos. Sendo assim, determinado grupo só pode fundamentar-se sobre aquele assunto tratado no texto ao qual apresentou para o grande grupo.

5.4 Análise do Ludo Químico

A proposta de utilizar o ludo Químico nasceu da necessidade de tornar a aula mais dinâmica, divertida e atrativa para os alunos onde eles possam não apenas se divertir, mas também aprender e contribuir para o aprendizado dos demais colegas de sala. Segundo Cunha (2012) o jogo didático é um bom instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, à medida que propõe estímulo ao interesse do estudante.

Ao utilizar o Ludo Químico foi possível oportunizar uma nova forma de aprendizagem e avaliar os conhecimentos já adquiridos, pois a partir da realização do jogo toda a turma teve contato com a história e evolução dos modelos atômicos, onde os mesmos tanto testaram seus conhecimentos aprendidos, bem como aprenderam através das respostas dos adversários.

No jogo ao chegar a uma determinada casa onde possuía uma estrela o participante teria que responder a uma pergunta referente ao assunto de modelos atômicos, sendo assim avaliamos os seus conhecimentos. Caso ele respondesse corretamente permaneceria na mesma casa, caso a resposta estivesse errada voltaria duas casas dando vantagem ao seu adversário. A pergunta referente ao jogo era realizada pelo adversário, sendo assim possibilitando ao aluno mais uma forma de aprendizagem.

A utilização do jogo didático em sala de aula despertou nos alunos certa motivação para participar da aula de maneira a aprender de forma mais dinâmica do que a tradicional.

Inicialmente, alguns alunos mostraram-se receosos a participar, pois não conheciam o jogo original, nem as suas regras. Após receberem a explicação de que o jogo possuía regras específicas diferentes das do jogo original e de presenciarem o entusiasmo dos demais, a maior parte dos alunos de ambas as turmas, participaram do jogo. Ao final da partida, os alunos mostraram-se entusiasmado com a metodologia aplicada ao ponto de querer continuar jogando.

Quando questionados em relação ao aprendizado um determinado grupo de alunos afirmaram que conseguiram entender partes da história dos modelos atômicos que ainda não haviam aprendido até então, pois na medida em que questionavam o seu adversário e discutiam sobre a resposta eles conseguiam aprender mais, lembrando que as conclusões das respostas eram intermediadas pelo professor.

Quando questionados em relação a forma de serem avaliados a maior parte respondeu que sentiram-se motivados a estudar mais sobre o assunto, pois gostariam de entender mais sobre a construção dos modelos atômicos.

Ao final deste momento podemos concluir que tanto os alunos gostaram muito da proposta do jogo quanto a forma de aprendizagem e avaliação deu-se de forma coerente e eficaz, contando sempre com a participação dos mesmos. Soares e colaboradores (2006), em seu trabalho, O Ludo como um jogo para discutir conceitos em Termoquímica, diz que 95% dos alunos sentiram-se envolvidos na participação no jogo, alguns até tiveram interesse de levar o jogo para casa ressaltando assim a satisfação que o lúdico traz.

5.5 Análise do Caça-Palavras

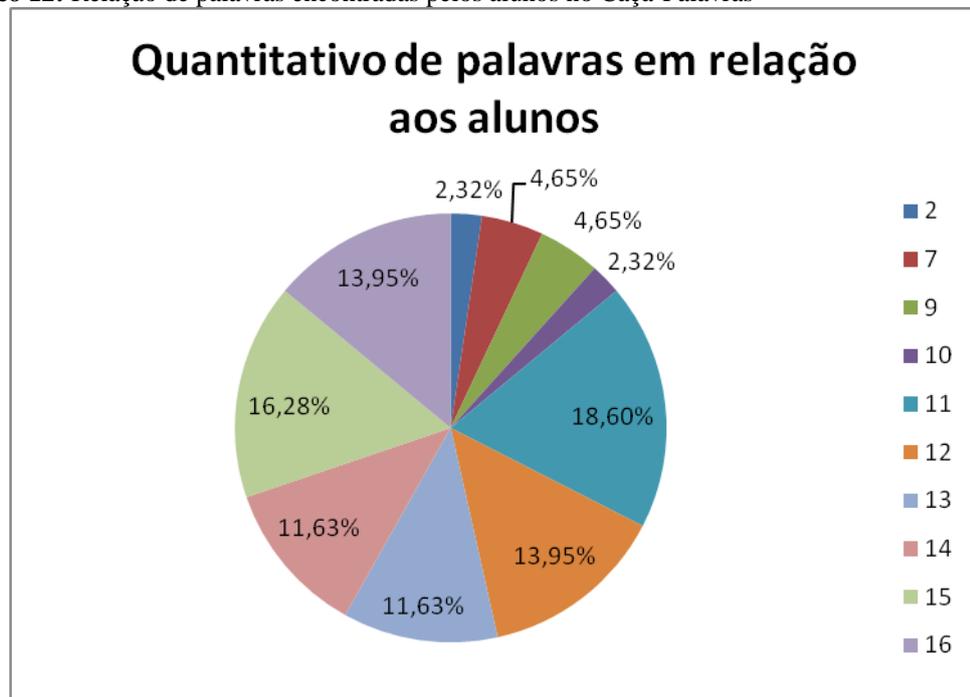
A proposta de utilização do caça-palavras surgiu como uma possibilidade de auxiliar os alunos na aprendizagem dos nomes dos teóricos estudados e suas teorias envolvidas, pois percebeu-se, no decorrer da sequência didática que por ser nomes estrangeiros alguns alunos não conseguiam e negavam-se a pronunciar os nomes dos teóricos.

Inicialmente, estabelecemos em cada turma, uma média de 10 minutos para que cada aluno encontrasse nomes conhecidos que fosse relacionado ao assunto abordado, ao final o aluno que conseguisse mais palavras e as pronunciassem para o grande grupo ganhariam um bombom. Na turma de 1º ano tiveram 4 ganhadores e na do 2º ano teve 1 ganhador, ao todo existiam 16 palavras no jogo, todos os ganhadores encontraram as 16 palavras.

Após a realização dessa competição, foram colocadas todas as palavras existentes na atividade proposta no quadro e foi dado mais tempo para que o restante da turma encontrasse todas as palavras. Porém, nem todos os alunos conseguiram encontrar. A seguir o gráfico demonstrando essa relação, ao todo foram 26 alunos do 1º ano e 17 alunos do 2º ano, num total de 43 alunos:

Tabela 2: Relação de Palavras encontradas no caça-palavras pelos alunos.

Quantidade de palavras	Alunos do 1º ano	Alunos do 2º ano	Percentual total de alunos
02	01	-	2,32%
07	-	02	4,65%
09	-	02	4,65%
10	01	-	2,32%
11	07	01	18,60%
12	04	02	13,95%
13	03	02	11,63%
14	-	05	11,63%
15	-	07	16,28%
16	01	05	13,95%

Gráfico 12: Relação de palavras encontradas pelos alunos no Caça-Palavras

Contudo, foi possível constatar que com a realização do caça-palavras os alunos sentiram-se mais familiarizados com os nomes dos teóricos e conceitos apresentados no decorrer da disciplina. Apesar do índice de palavras encontradas terem sido consideravelmente baixo, pois o intuito não era realmente que todos conseguissem encontrar todas as palavras e sim que o conhecimento fosse disseminado.

6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Em linhas gerais, tendo em vista todo o processo de ensino baseado na sequência didática proposta, podemos constatar que os alunos matriculados no 1º ano de ensino médio possuíam uma concepção prévia animista sobre os modelos atômicos, sendo assim eles imaginavam que o átomo fazia parte da constituição celular e não que a célula era constituída por átomos. Esta concepção esta coerente com a literatura (GOMES E OLIVEIRA, 2007), pois os alunos associam com o assunto já visto na disciplina de Biologia, uma vez que os mesmos ainda não tinham visto modelos atômicos na disciplina de Química.

Dentre os alunos do 2º ano, podemos perceber com suas concepções prévias que muitos apesar de já terem visto o assunto de modelos atômicos, alguns deles confundem um modelo com o outro, de acordo com a literatura (FRANÇA et al, 2009), este fato ocorre porque os professores costumam ensinar cada modelo como uma verdade concreta e incontestável, daí os alunos passa a mesclar os modelos já vistos.

O nosso trabalho consistiu numa abordagem histórica sobre os modelos atômicos, onde produzimos a aprendizagem de modo coletivo e dinâmico nas duas turmas. Para os alunos do 1º ano foi possível construir uma aprendizagem significativa, onde os mesmos compreenderam que a elaboração do modelo atual ocorreu através da contribuição de vários cientistas e que a concepção atômica não tinha nada a ver com a molecular, apesar de serem partes fundamentais da matéria.

Os alunos do 2º ano construíram uma aprendizagem que permitia entender que os modelos atômicos foram idealizados por vários cientistas e que o modelo aceito hoje esta embasada nos vários estudos, mas que cada cientista propôs seu próprio modelo, porém superado pelo modelo atômico atual.

Após a abordagem histórica dos modelos atômicos, ambas as turmas puderam avaliar seus conhecimentos através do questionário Likert. Além disso, o uso do jogo didático, ludo químico, possibilitou que os mesmos aprendessem e verificassem seu aprendizado de forma divertida. O caça-palavras contribuiu para que os alunos compreendessem melhor o nome dos cientistas que propuseram os modelos atômicos e suas teorias.

Sendo assim, concluímos o nosso trabalho acreditando que alcançamos nossa principal meta que era transformar o ensino tradicional de modelos atômicos em uma sequência didática que fizesse uso de uma metodologia diferenciada utilizando o contexto histórico e o ludismo, e dessa forma proporcionado-se uma aprendizagem mais efetiva para os alunos.

7.REFERÊNCIAS

- 1-ARAÚJO, Denise Lino de, O que é (e como se faz) sequência didática? **Revista Entre Palavras**. Vol. 3, n. 1, janeiro/junho, pag. 322-334, 2013.
- 2-BENEDETTI, Edeimar Filho ; FIORUCCI Antônio Rogerio; BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos e CRAVEIRO Jéssica Alves, Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica, **Química Nova na Escola**, Vol. 31, n. 2 , pag.88-95, 2009.
- 3-BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, 3º e 4º ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf> >Acesso em: 24 de Agosto de 2013
- 4-BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, Ciências Natureza Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 2000. <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> >Acesso em: 24 de Agosto de 2013.
- 5-CEBUSLKI, Elisabete soares; MATSUMOTO, Flávio Massao; A história da Química como facilitadora da aprendizagem do ensino de química, 2011. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2035-8.pdf> >
- 6-CARDOSO, Sheila Pressentin; COLINVAUX, Dominique; Explorando a motivação para estudar Química, **Química Nova**, n. 23, 401- 404, 2000.
- 7-CIRÍACO, Maria das Graças Silva; Práticas Pedagógicas de Professores De Química: interfaces entre a formação inicial e continuada. 2009.121 f. Dissertação (Mestrado). Teresina. Universidade Federal do Piauí.
- 8-CHASSOT, Attico. Sobre Prováveis Modelos de Átomos. **Química Nova na Escola** n. 3, pag.3,1996.
- 9-CUNHA, Marcia Borin da. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula, **Química nova na Escola**, Vol. 34, N° 2, p. 92-98, 2012.
- 10-DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John ; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Philip, Construindo conhecimento científico na sala de aula, **Química Nova na Escola**, pag. 31- 40, n. 9, 1999.
- 11- FIRME, Ruth do Nascimento; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do, BARBOSA, Rejane Martins Novais; Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química, XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), UFPR, Curitiba/PR, 21 a 24 de julho de 2008.
- 12- FRANÇA, Angella da Cruz Guerra, MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro, CARMO, Miriam Possar do, Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio, **Química Nova na Escola**, pag. 275-282, n. 4, 2009.

- 13- GOMES, Henrique José Polato; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de; Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**. Vol 12, 96-109, 2007.
- 14-LELLIS, Luciana de Oliveira. Um estudo das mudanças relatadas por professores de ciências a partir de uma ação de formação continuada. 2003 134 p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Química, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 15-MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof). Holanda: Springer, 2005.
- 16-MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, 26, n. 5, 515-535, 2004.
- 17-MELO, Marlene Rios; NETO, Edmilson Gomes de Lima, Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos, **Química Nova na Escola**, Vol. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.
- 18-MORTIMER, Eduardo Fleury, Concepções Atomistas dos Estudantes. **Química Nova na Escola**. n. 1, pag.23-26, 1995.
- 19-PEREIRA, Ademir de Souza; PIRES, Dario Xavier; Uma proposta teorica-experimental de sequencia didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 17, pag. 385 à 413, 2012.
- 20-PICCOLI, Flávia, A história da Química pode ajudar os alunos a atribuir sentido para a tabela periódica, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011
- 21-RIBEIRO, Marciano Rocha Filho, O Ensino de Química e o Cotidiano: Tendências Atuais, 2008, 57 p. Monografia, Faculdade Integrada da Grande Fortaleza, ponto de Presença de Porteirinha, Minas Gerais.
- 22-RODRIGUES Rita de Cassia Balieiro, Jogos teatrais no estudo da construção histórica do conhecimento sobre modelos atômicos no ensino fundamental. 2012 143 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 23-SANDRI, Ivana Greice; MARTINS, José Arthur; BARRETO, Luciani Tatsch Piemolini; BOAS, Valquíria Villas; Concepções Prévias do Modelo de Átomo dos Alunos de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química; Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia; XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2001.
- 24-SANTOS, Widson Luiz Pereira dos; *et al* ; QUÍMICA E SOCIEDADE: Ensinando Química pela Construção Contextualizada dos Conceitos Químicos. In: ZANON, Lenir Basso, MALDANER; Otávio Aloisio (orgs.). Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil; pag. 27-87, Unijuí, 2009.

25- SANTOS, Anderson de Oliveira, Como são formadas as concepções dos alunos a partir da visão dos professores de Ciências, V Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, de 21 a 23 de setembro de 2011, São Cristóvão SE, Brasil.

26-SILVA, Airton Marques da; Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente; **Revista de Química Industrial**; Ano 79; n. 731, 2º trimestre, pag. 7-1, 2011.

27- SILVA, Cibele Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina; Benjamin Franklin e a história da eletricidade em livros didático; Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br/~cibelle/arquivos/T0150-1.pdf>

28- SILVA, Fabrício Cruz Florêncio da, Leitura de Textos Didáticos de Ciências para a Produção de um Resumo Coletivo em Tópicos sobre os Modelos Atômicos, **Práticas Pedagógicas: Requisitos e Reflexões**, Vol. 1; n. 1; pag. 1-18,2012.

29-SILVA, Giovanna Stefanello; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes, PAZINATO, Maurícus Selvero, Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 13, n. 2, pag.159-182, 2013.

30- SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes, O ludo como um jogo para discutir conceitos de termoquímica, **Química Nova na Escola**, n. 23, pag. 27-31, 2006.

31-ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Trad.Ernani F. Da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed,1998. p.53-87.

APÊNDICE

Apêndice 1-Levantamento do Perfil dos Participantes

1-Idade- Você possui?

14 anos 15 anos 16 anos 17 anos 18 anos ou mais

2- Grau de escolaridade- Você está estudando?

2º ano 1º ano 3º ano

3- Relações com a Química- Você gosta de estudar Química?

Sim Não Um pouco Não sei, estou estudando pela primeira vez

4-Se faz alguma relação com o assunto-Você lembra-se de já ter estudado os Modelos atômicos?

Sim, mas não lembro do que se trata Sim e lembro dos teóricos

Não, ainda não vi o assunto

Apêndice 2- Questionários Grupais

GRUPO 1

1-Como Empédocles imaginava a constituição da matéria, quais os elementos?

2- Aristóteles acrescentou mais um elemento a lista de Empédocles, qual seria o quinto elemento?

3- Como Leucipo e Demócrito entendia o átomo?

4- Qual o significado do nome átomo?

GRUPO 2

1-A maior influência de Dalton foi na Botânica ou no atomismo? Na sua época e hoje em dia?

2-Será que o Daltonismo de John prejudicou as suas pesquisas?

3- Qual as influências de Boyle e de Newton nos estudos de Dalton?

4-O que a Lei das proporções múltiplas e da conservação de massas pode influenciar nos estudos de Dalton?

GRUPO 3

1-Qual o primeiro pesquisador da eletricidade?

2-Quem foi o inventor da pilha?

3-O que seria raios catódicos?

4-Explique como seria o modelo de pudim de passas?

GRUPO 4

1-Como vocês explicam o experimento em uma lamina de ouro (Rutherford)?

2-Por que o modelo de Rutherford era falho?

3-Foi Marie Curie e Pierre Curie que descobriu a radioatividade?

4- O que está presente na eletrosfera?

GRUPO 5

1-O que é radiação?

2-O que são ondas eletromagnéticas? Cite alguns exemplos de ondas eletromagnéticas.

3-O que seria energia quantizada?

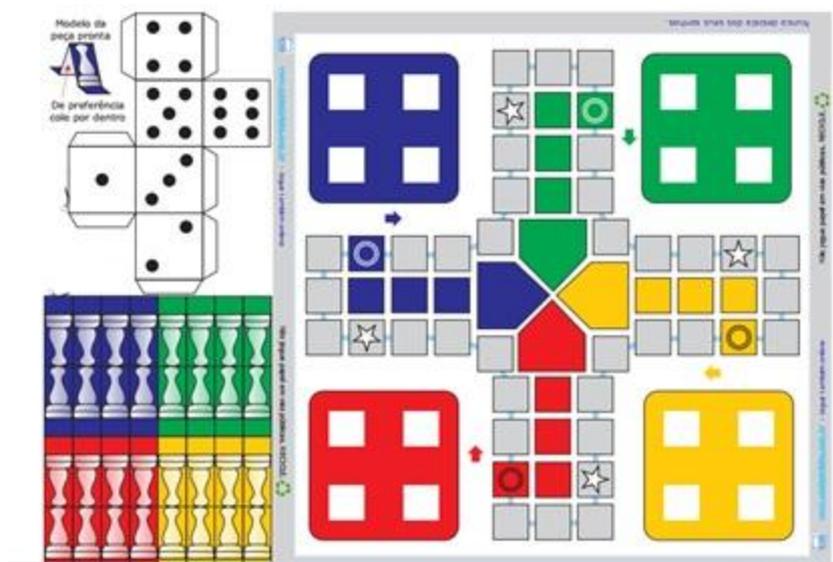
4-O que são Fótons?

Apêndice 3- Questionário Likert

Considerando a leitura dos textos, indique o nível de concordância que você tem com as afirmações que se seguem. Considerando 1 significa discordância completa e 5 concordância completa com a afirmação.

Afirmações		Níveis de concordância				
		1	2	3	4	5
1	Para Demócrito a matéria seria formada de grãos infinitamente pequenos, indivisíveis, imutáveis e imperceptíveis aos olhos humanos. Já Empedocles acreditava que a matéria era composta por quatro elementos fundamentais: água, ar, terra e fogo.					x
2	Thomson imaginava que o átomo era uma esfera rígida e indivisível e John Dalton também acreditava nesse modelo, porém alegava que havia partículas elétricas encrustadas nessa esfera rígida.		x		x	
3	Os elétrons que conhecemos hoje foram descobertos através dos raios catódicos. J.J Thomson foi o mentor desses experimentos, com ajuda do seu professor de doutorado, Ernest Rutherford.		x		x	
4	John Dalton era portador de uma deficiência visual para a percepção das cores, que hoje em dia é conhecida como Daltonismo.					x
5	Na elaboração de sua teoria atômica, Dalton recebeu forte influência dos estudos de Boyle e de Einstein, além de perceber através das suas próprias observações que a matéria realmente deveria ser formada por átomos. Em 1802 já realizava esquemas com concepções atomísticas.				x	
6	Thomson não sofreu nenhuma influência na elaboração de seus estudos. O modelo atômico de Thomson ficou conhecido e foi divulgado como modelo “pudim de passas”.		x		x	
7	A radioatividade descoberta por Marie Curie e Pierre Curie não influenciaram os estudos de Ernest Rutherford.	x				
8	Rutherford emitia partículas alfa em uma folha de ouro, onde as mesmas eram espalhadas de maneiras diferentes. Esse experimento possibilitou provar que existia uma subdivisão de partículas no átomo.					x
9	O modelo planetário de Rutherford era falho de acordo com a mecânica clássica, pois os elétrons podiam perder energia e cair sobre o núcleo, então Bohr deu uma explicação Quântica ao modelo Planetário,					x
10	O modelo Planetário é conhecido na atualidade como uma criação de Rutherford-Bohr.					x

Apêndice 4 - Ludo Químico



Em cada estrela tem as seguintes perguntas:

1. Quem foi o primeiro cientista a propor uma teoria científica sobre o átomo?
2. Quem propôs que os átomos são eletricamente carregados?
3. Quem propôs o modelo planetário?
4. Qual pesquisador estudava a Botânica também?
5. Quem relacionou a mecânica Quântica com a teoria atômica?
6. Quem alegou que o átomo era uma esfera rígida e indivisível?
7. Quem propôs o átomo semelhante ao pudim de passas?
8. Quais os filósofos que propôs uma teoria atômica?
9. Qual pesquisador era portador do Daltonismo?
10. Qual pesquisador trabalhava com os raios catódicos?

Vale ressaltar que em cada tabuleiro foi acrescentado mais 6 estrelinhas, ao total cada tabuleiro era composto por 10 estrelinhas, foram produzidos nove tabuleiros.

Apêndice 5 - Caça-palavras

M	E	C	A	N	I	C	A	Q	U	A	N	T	I	C	A	S	T	A	N	C	O	D	T
P	L	R	P	O	L	B	B	C	R	F	O	Y	P	H	G	S	O	E	I	K	L	P	M
P	I	U	O	E	P	O	H	F	V	X	D	R	F	B	O	H	R	K	E	Y	N	U	M
O	M	T	M	R	W	L	G	R	N	G	D	R	M	C	D	S	I	O	L	O	Y	D	P
D	R	H	N	P	R	A	I	O	S	C	A	T	O	D	I	C	O	S	S	O	K	I	B
F	U	E	N	G	R	D	I	U	H	O	V	U	F	H	V	S	G	D	N	P	Y	M	P
S	N	R	V	M	F	E	K	B	H	K	F	V	G	T	O	F	P	G	O	V	B	D	G
V	N	F	D	C	B	B	E	C	R	E	O	D	C	X	Z	M	H	Y	G	N	L	E	R
R	O	O	X	M	R	I	H	U	R	F	B	N	J	T	X	O	L	Ç	P	Y	E	P	N
A	F	R	M	B	V	L	F	M	N	C	J	O	S	E	P	H	J	O	H	N	U	A	K
U	R	D	H	X	M	H	S	E	F	B	N	J	P	K	T	O	M	J	G	H	C	S	T
P	T	H	O	J	R	A	O	L	R	V	D	F	M	P	O	M	P	B	M	C	I	S	Z

K	G	Y	G	H	V	R	C	F	A	B	A	R	B	T	R	B	R	L	N	T	P	A	X
O	K	A	D	C	C	B	N	T	G	U	L	K	H	N	E	O	V	F	R	T	O	S	T
J	Y	R	U	U	T	G	A	G	M	Y	T	G	R	B	C	N	D	R	N	G	H	D	Y
Ç	T	U	M	R	F	R	E	H	T	T	O	F	N	K	J	N	V	C	D	E	R	T	G
Q	M	A	R	I	E	N	E	R	Q	E	N	T	G	S	H	G	V	E	X	Q	L	O	X
U	D	T	C	E	T	V	F	E	R	U	U	X	Y	H	D	R	T	U	N	C	D	S	E
A	E	T	B	A	M	E	C	A	N	I	C	A	C	L	A	S	S	I	C	A	K	P	H
M	F	R	E	U	E	T	T	L	K	A	T	M	N	C	D	E	M	O	C	R	I	T	O
F	P	R	D	E	S	C	O	B	E	R	T	A	D	O	R	A	I	O	X	K	F	O	T

Palavras contidas no caça palavras:

- | | | | |
|----|-----------------------|-----|------------------|
| 1- | Mecânica Quântica. | 9- | Leucipo. |
| 2- | Rutherford. | 10- | Bohr. |
| 3- | Bola de bilhar. | 11- | Raios Catódicos. |
| 4- | Curie . | 12- | Joseph. |
| 5- | Mecânica Clássica. | 13- | John. |
| 6- | Descoberta do raio X. | 14- | Marie. |
| 7- | Demócrito. | 15- | Dalton. |
| 8- | Pudim de passas. | 16- | Niels. |

ANEXOS

ANEXO 1- Textos sobre o contexto Histórico e teorias do atomismo

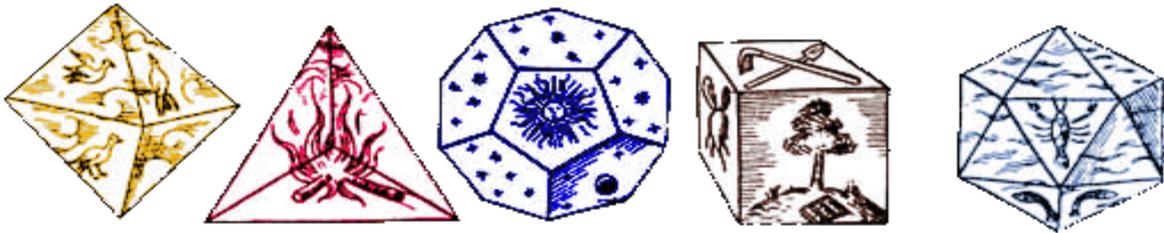
TEXTO 1 – OS FILÓSOFOS GREGOS E SUAS EXPLICAÇÕES SOBRE A COMPOSIÇÃO DA MATÉRIA

Os pensadores da antiga Grécia, que viveram entre os séculos VII e V a.C., deixaram suas marcas na humanidade pelas fortes convicções filosóficas que foram geradas através das explicações que davam sobre o mundo e o homem. Tales de Mileto, Anaxímenes e Heráclito acreditavam em um único elemento como princípio primordial das coisas e dos seres vivos; outros filósofos como Anaximandro e Anaxágoras já tinham a concepção voltada para a existência de um grande número de elementos formadores da matéria.

Uma corrente de pensadores, os Eleatas, que tinham Parmênides (530 a.C. – 460 a.C.) como um dos seus representantes, defendia a impossibilidade de transformação do mundo ao redor. Assim, toda mudança observada, até mesmo o movimento dos objetos, era para eles uma ilusão dos sentidos humanos.

Empédocles (490 a.C. – 430 a.C.) sugeriu a existência de quatro “raízes” para explicar a composição da matéria: Terra, Água, Fogo e Ar. Esse pensador também usou a ideia de Heráclito, que defendia a existência de duas forças: amor e ódio, que agiam para unir ou separar as quatro raízes.

Platão, um filósofo e matemático grego que viveu entre 428 a.C. e 328 a.C., denominou essas “raízes” de “quatro elementos”. Ele propôs um atomismo geométrico, associando a composição da matéria aos principais sólidos geométricos: o cubo, o tetraedro, o dodecaedro, o icosaedro e o octaedro, representados na Figura 1.



Octaedro Tetraedro Dodecaedro Cubo Icosaedro

Ar Fogo O Cosmos Terra Água

Figura 1. Os cinco sólidos platônicos

Aristóteles, que viveu de 384 a.C. a 322 a.C., sistematizou as ideias de Empédocles sobre os quatro elementos e propôs o éter como uma substância que permeava toda a matéria, uma quintessência (quinto elemento).

A matéria seria então composta por esses elementos em diferentes proporções, que produziam qualidades nas substâncias, tais como quente ou frio, úmido ou seco, de acordo com o elemento predominante em sua composição. Esses mesmos elementos poderiam ser convertidos em outros, mudando a composição e a qualidade das substâncias. Devido ao forte prestígio de Aristóteles como pensador e por sua ideia sobre a composição da matéria estar de acordo com preceitos religiosos, essa visão foi amplamente aceita por muitos e por muitos séculos. A Figura 2 apresenta um quadro do pintor italiano Rafael que retrata a Escola de Atenas, onde, ao centro, Aristóteles e Platão expressam suas ideias.



Figura 2. Aristóteles e Platão na Escola de Atenas.

Advindos da escola dos Eleatas, Leucipo e seu discípulo Demócrito de Abdera (460 a.C. – 370 a.C.) formularam intuitivamente uma explicação diferenciada sobre a composição da matéria. Para Demócrito a matéria seria formada de grãos infinitamente pequenos, indivisíveis, imutáveis e imperceptíveis aos olhos humanos. A proposição intuitiva de Demócrito revelou que, com a existência de tais partículas, conseqüentemente existiria um

espaço vazio, denominado vácuo, e a matéria seria, portanto, descontínua. Essa ideia contrariava tanto Parmênides quanto outros filósofos eminentes daquela época.

Quase um século mais tarde, Epicuro chamou tais partículas de átomos. A palavra átomo vem do grego (a = não e tómos = divisão) e é entendida como aquilo que não tem parte ou que não pode ser dividido.

O químico historiador Juergen Heinrich Maar, em 2008, resumiu as ideias de Leucipo e Demócrito com as seguintes caracterizações:

- Toda a matéria se subdivide em átomos eternos e indestrutíveis, que não têm causa.
- Cada espécie de matéria é constituída por átomos qualitativamente iguais (há, pois, um número infinito de tipos de átomos).
- Os átomos estão em contínuo movimento no vácuo.
- Os diferentes tipos de átomos diferem em forma, tamanho e massa.

Alguns dos pensadores mais eminentes da Grécia antiga, entre eles Aristóteles, não se mostraram receptivos às ideias de Demócrito. Aristóteles é considerado como o primeiro filósofo da Ciência, pois defendia que as interpretações científicas devessem ter, pelo menos, quatro causas: a causa material (aquilo do qual é feita alguma coisa, a argila, por exemplo), a causa formal (a coisa em si, como um vaso de argila), a causa eficiente (aquilo que dá origem ao processo em que a coisa surge, como as mãos de quem trabalha a argila) e a causa final (aquilo para o qual a coisa é feita, no caso do vaso, portar arranjos para enfeitar um ambiente).

Essa visão teleológica (das finalidades do universo), defendida por Aristóteles, o seu prestígio como filósofo político e o fato das convicções de Demócrito serem muito materialistas, fez com que o pensamento atomista fosse considerado pelos pensadores daquela época como um ensinamento muito rudimentar e ficasse, de certa forma, esquecido. Aliado ao atomismo, a ideia da existência do vácuo era desprezível para Aristóteles e para os outros filósofos.

Naquela época, outra crítica frequente ao atomismo era devido à imutabilidade dessas partículas, uma vez que o pensamento dominante na antiguidade e na idade média era o da transubstanciação da matéria (conversão de uma substância noutra), argumento defendido posteriormente pelos alquimistas. A Alquimia é uma prática antiga, cujos objetivos principais eram: a criação da pedra filosofal que faria a transmutação dos meta-metais inferiores ao ouro; a obtenção do elixir da longa vida, um remédio que curaria todas as coisas e daria vida longa àqueles que o ingerissem; e criar vida humana artificial, os homunculus.

Epicuro, filósofo grego que viveu entre os anos 341 a.C. e 270 a.C., defendeu e ampliou as ideias de Demócrito, registrando como átomos as partículas formadoras da matéria. O escritor J. B. Martins, em 2001, refere-se a alguns trechos escritos por Epicuro enviados em uma carta ao grande historiador Heródoto:

“Nada vem do nada ou do que não existe, pois assim não fosse, tudo nasceria de tudo sem necessitar de sementes. Se o que se destrói não passasse a ser outra coisa, passando a não existência, tudo já teria se acabado.”

“Há o vácuo, pois se ele não existisse, criando o espaço e a extensão, não teriam os corpos um local para estar, nem onde se movimentar como na verdade se movem.”

“Os átomos não têm princípio já que eles e o vácuo são a causa de tudo. Não têm nenhuma qualidade a não ser a configuração, a grandeza e o peso.”

As ideias que sobressaem nesses escritos referem-se ao vácuo como um espaço vazio, onde se fazem possíveis a existência e a movimentação dos átomos. Esses átomos são, então, definidos como componentes eternos, imutáveis e indivisíveis da matéria e que, sobretudo, possuem um peso. A característica de possuir peso foi dada aos átomos por Epicuro, uma concepção que não havia sido expressa por Demócrito. Outro aspecto que chama a atenção nos escritos de Epicuro é o princípio da conservação da matéria.

Embora os romanos não tenham tido a mesma tradição filosófica e científica dos antigos gregos, o filósofo e poeta romano Lucrecio (95 a.C. – 55 a.C.) deixou no poema “De Natura Rerum” (“Sobre a Natureza”) uma forte convicção atomista.

“São, portanto, os compostos elementares de uma compacta simplicidade, e ligam-se entre si por partículas mínimas, com estreita coesão; não são formados por uma simples reunião das partículas, mas vem-lhes a força de uma eterna simplicidade, que a natureza não deixa cercear ou diminuir, conservando-os como germes das coisas.”

Bibliografia

BEN-DOV, Y. Convite à Física. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

LOSEE, John. Introdução histórica à filosofia da ciência. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

MAAR, J. H. Pequena História da Química: dos primórdios a Lavoisier. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

MARTINS, J. B. A história do átomo: de Demócrito aos quarks. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2001.

RONAN, Colin A. História Ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: a ciência nos séculos XIX e XX. v. 4. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

Referências das Figuras:

Figura 1: Sólidos de Platão. Disponível em: <<http://www.eb23-anadia.rcts.pt/ProjectoTurmas/ProjMatematica5F/Solidos%20Geometricos.htm>>. Acesso em 03 out. 2012.

Figura 2: SANZIO, Raffaello. A escola de Atenas (afresco). Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm99/icm43/sol_plat.htm>. Acesso em: 03 out. 2012.

TEXTO 2 – JOHN DALTON E A ELABORAÇÃO DA TEORIA ATÔMICA

John Dalton, um cientista inglês que viveu de 1766 a 1844, tornou-se conhecido pela elaboração da teoria atômica, publicada em 1810 no livro “Novo Sistema de Filosofia Química”. Dalton nasceu de uma família pobre, pertencente a um grupo religioso protestante (Quarker), no povoado de Eaglesville. Logo ao começar seus estudos em Matemática com Iihu Robinson, recebeu influências deste professor, desenvolvendo posteriormente interesse por filosofia natural e meteorologia. Desde os doze anos de idade, Dalton já lecionava para alunos daquela localidade.



Figura 1. Quadro com a imagem de John Dalton.

Quando foi morar em Kendal, aproximadamente aos quatorze anos de idade, continuou lecionando em uma escola Quarker, onde começou as leituras sobre os estudos de Isaac Newton e também desenvolveu o hábito de anotar diariamente várias observações sobre os fenômenos atmosféricos. Naquela época, havia muito interesse pelas condições climáticas devido à Inglaterra estar em franco avanço na exploração marítima de novas terras, controle de suas colônias e busca de novos mercados.

John Dalton era portador de uma deficiência visual para a percepção das cores, que hoje em dia é conhecida como Daltonismo. Ele também tinha interesses por ciências naturais, tendo produzido um Tratado de Botânica de 12 volumes, além de colecionar borboletas e caracóis. Dalton publicou diversos artigos sobre os fenômenos meteorológicos. Já vivendo em

Manchester, em 1793, publicou seu primeiro livro chamado “Meteorological Observations and Essays”.

Dalton intensificou seus estudos sobre os ventos, a formação das nuvens, as chuvas e a neve, além da composição gasosa da atmosfera terrestre. Ele acreditava na hipótese de que a atmosfera seria formada por uma mistura de gases, a saber: o gás nitrogênio, gás oxigênio, gás carbônico e vapor d’ água. No século XVII, Robert Boyle, um importante químico irlandês, havia desenvolvido e aprimorado os estudos sobre os gases e a bomba de vácuo. Posteriormente, Isaac Newton, um físico nascido na Inglaterra que viveu entre 1643 e 1727, baseou alguns de seus estudos no corpuscularismo proposto por Boyle. Newton tentou adaptar as suas ideias sobre as leis dos movimentos dos corpos ao mundo microscópico das partículas. Naquela época já era permitido pensar que a matéria pudesse ser formada por partículas mínimas, desde que estas fossem regidas por um criador.

Na elaboração de sua teoria atômica, Dalton recebeu forte influência dos estudos de Boyle e de Newton, além de perceber através das suas próprias observações que a matéria realmente deveria ser formada por átomos. Em seus esquemas de 1802 sobre a atmosfera percebe-se que a concepção atomista já estava presente. Utilizando corpúsculos ou pequenas partículas, Dalton identificava os diferentes gases da atmosfera terrestre.

Dalton observou que as nuvens poderiam se formar por meio de gotículas muito pequenas ou desaparecer em função da temperatura. Ao tentar explicar o movimento dos ventos, ele usou pela primeira vez o termo “partícula” em sua explicação. Com sua concepção de um universo formado por partículas, Dalton construiu a primeira notação simbólica para alguns tipos de átomos, conforme Figura 3.

ELEMENTS			
⊙	Hydrogen	1	Stonian 46
⊖	Azote	5	Barytes 69
⊙	Carbon	5	Iron 50
⊙	Oxygen	7	Zinc 56
⊖	Phosphorus	9	Copper 56
⊕	Sulphur	13	Lead 90
⊕	Magnesia	20	Silver 190
⊕	Lime	24	Gold 190
⊕	Soda	28	Platina 190
⊕	Potash	42	Mercury 167

Figura 3. Representação simbólica de alguns elementos químicos, feita por Dalton.

Dalton foi influenciado, também, por leis da Química que já haviam sido estabelecidas antes de seus estudos: a lei da conservação das massas (hoje conhecida como Lei de Lavoisier) e a lei das proporções fixas de Proust. A lei da conservação das massas, já havia sido enunciada nos escritos antigos de Epicuro, mas só ficou conhecida, bem mais tarde, por meio dos estudos do químico francês Antoine Lavoisier (1743 – 1794). De acordo com essa lei, em qualquer sistema, físico ou químico, nunca se cria nem se elimina matéria, apenas é possível transformá-la de uma forma em outra.

Joseph Louis Proust (1724 – 1826), outro químico francês, publicou em 1797, a lei conhecida como lei das proporções definidas, ou lei das proporções fixas. Proust observou que as massas dos reagentes e as massas dos produtos que participam da reação obedecem sempre a uma proporção constante. Na obtenção da água, por exemplo, a reação entre o hidrogênio e o oxigênio obedece a essas duas leis. Isso pode ser observado na Tabela 1, a seguir.

EXPERIMENTO	ÁGUA	HIDROGÊNIO	OXIGÊNIO
Experimento 1	18g	2g	16g
Experimento 2	72g	8g	64g

Tabela 1. Exemplo das leis da conservação das massas e das proporções fixas

Então, utilizando essas duas leis, Dalton percebeu que se uma massa fixa de um elemento se combina com massas diferentes de um segundo elemento, para formar compostos diferentes, estas massas (diferentes) estão entre si numa relação de números inteiros pequenos. Por exemplo, se 28 g de nitrogênio se combinam com massas diferentes de oxigênio (16 g, 32 g, 48 g, etc.) para formarem compostos diferentes (N_2O , N_2O_2 , N_2O_3 , etc.), as massa do oxigênio estão na relação 2 para 1, 3 para 1, 4 para 1, etc. Com base nessas observações, Dalton formulou sua lei das proporções múltiplas.

Tabela 2. Proporções de Nitrogênio e Oxigênio na formação de óxidos.

Óxidos	Nitrogênio	Oxigênio
N_2O	28 g	16 g
N_2O_2	28 g	32 g
N_2O_3	28 g	48 g
N_2O_4	28 g	64 g
N_2O_5	28 g	80 g

Todas essas leis são conhecidas como leis ponderais da Química e deram a base matemática para a construção da teoria atômica de Dalton. Ele acreditava que os compostos eram formados a partir da combinação de elementos em proporções simples, conforme a regra da máxima simplicidade, apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Regra da máxima simplicidade.

<i>1:1 → 1 átomo de A + 1 átomo de B = 1 átomo de C, binário.</i>
<i>1:2 → 1 átomo de A + 2 átomos de B = 1 átomo de D, ternário.</i>
<i>2:1 → 2 átomos de A + 1 átomo de B = 1 átomo de E, ternário.</i>
<i>1:3 → 1 átomo de A + 3 átomos de B = 1 átomo de F, quaternário.</i>

Utilizando a regra da máxima simplicidade na combinação das partículas para formar os compostos químicos, Dalton determinou as massas atômicas relativas de alguns átomos, considerando o hidrogênio como átomo padrão, de massa atômica 1.

De forma bastante resumida, a teoria atômica de Dalton baseou-se em alguns princípios:

- Os átomos são partículas reais e indivisíveis de matéria;
- Os átomos de um mesmo elemento são iguais e de peso invariável; os átomos de elementos diferentes são diferentes entre si;
- Na formação dos compostos, os átomos entram em proporções numéricas simples 1:1, 1:2, 1:3, 2:3, 2:5 etc.;
- O peso do composto é igual à soma dos pesos dos átomos dos elementos que o constituem.



Figura 4. Representação do Modelo atômico de Dalton, no qual o átomo é uma pequena partícula maciça e indivisível.

Embora alguns desses princípios fossem incorretos, a teoria atômica de Dalton, por sua extraordinária concepção, revolucionou a química moderna. Mesmo com todo o esforço de Dalton e a facilidade prática que seria garantida com a utilização de seus estudos, muitos cientistas foram contra a teoria atômica e lançaram críticas sobre ela. Os equivalentistas e os energetistas foram grupos de cientistas positivistas que acusaram a teoria atômica de ser falsa,

por ter sido elaborada em bases não visíveis e meramente filosóficas. Mesmo assim, a teoria atômica triunfou.

Bibliografia

BRASIL, MEC. Secretaria de Educação à Distância. Guia do professor. Dentro das leis. Disponível em <http://weeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/química/cd2/conteúdo/recursos/12_animacao/DentroDaLei/guiaDentroDasLeis.pdf> Acesso em: 04 mar. 2011.

RICCHI JÚNIOR, R. A. As Idéias científicas de John Dalton e sua influência nos trabalhos de Gay-Lussac, Avogadro e Cannizzaro. Campinas: Unicamp, 2004. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Química Analítica, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

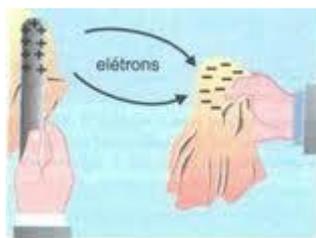
ROCHA, M. Teoria atômico Molecular. Disponível em <<http://allchemy.iq.usp.br/metabolizando/beta/01/jdalton.htm>>. Acesso em: 19 mar. 2011.

VIANA, H. E. B. A Construção da Teoria de Dalton como Estudo de caso: e algumas reflexões para o ensino de Química. São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Química, Instituto de Química, Departamento de Química Fundamental, Universidade de São Paulo, 2007.

VIANA, H. E. B e PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica e John Dalton. Cadernos temáticos de Química Nova na Escola. n. 7, dez. 2007. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/07/>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

TEXTO 3 – ESTUDOS SOBRE ELETRICIDADE QUE CONDUZIRAM À DESCOBERTA DOS ELÉTRONS E AO MODELO ATÔMICO DE THOMSON

O mais antigo dos filósofos gregos, que se tem notícia, foi Tales de Mileto, que viveu por volta do ano 625 a. C. a 547 a. C. Consta em alguns escritos antigos que Tales já tinha tido a experiência de esfregar um pedaço de pele de carneiro em um pedaço de âmbar e observado, com isso, que o âmbar atraía pequenos fragmentos de madeira e de palha. Assim, Tales e outros observaram um fenômeno hoje conhecido por eletrização estática, de onde surgiu a palavra élektron, que significa âmbar.



O âmbar é uma resina fóssil de origem vegetal, resultante da cristalização de resinas de plantas como o pinheiro. O âmbar tem valor comercial e é comumente usado para confeccionar adornos, anéis, pingentes etc.



Até 1800, no início do século XIX, vários estudos importantes sobre a eletricidade já haviam sido desenvolvidos por outros cientistas. Porém, um fato novo revolucionou os estudos sobre a eletricidade. O cientista italiano Alexandre Volta conseguiu desenvolver a primeira pilha elétrica ou bateria simples. Com isso, foi possível produzir uma fonte constante de energia elétrica. Naquela mesma época, um jovem chamado Humphry Davy (1778 – 1829) dedicou-se ao estudo das baterias e observou que a eletricidade podia ser gerada por processos meramente químicos.

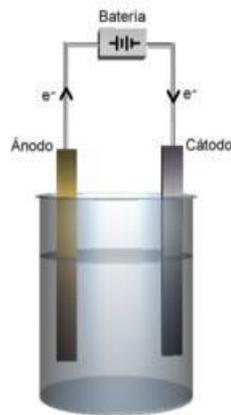
Davy concluiu que as atrações químicas e elétricas são produzidas pelas mesmas causas. Michael Faraday (1791 – 1867), assistente de Davy, demonstrou que o efeito elétrico se espalhava por todo o líquido da bateria.

A eletrização estática já era um fenômeno observado desde a antiguidade.

Em 1803, Faraday chegou a uma importante conclusão:

“As partículas da matéria são, de algum modo, dotadas ou associadas com poderes elétricos, aos quais devem suas mais notáveis qualidades, dentre as quais, as afinidades químicas.”

Mesmo com essas conclusões, Faraday não admitia a existência dos átomos. Outro estudo que passou a ser comum no início do século XIX foi a experiência conhecida por eletrólise. Nela, uma bateria é ligada a dois terminais (eletrodos), um no polo positivo da bateria (ânodo) e outro no negativo (cátodo). Com esse arranjo, faz-se passar uma corrente elétrica pela água. Tornou-se comum realizar a eletrólise utilizando-se também água misturada a outras substâncias como, por exemplo, alguns sais. Gay Lussac, Arrhenius e outros cientistas conseguiram resultados importantes por meio da eletrólise. Já em 1874, Johnstone Stoney deduziu que cada partícula que compõe a matéria tem certa quantidade de eletricidade e, ao longo da eletrólise, essas partículas de eletricidade se dirigiam para um dos eletrodos (cátodo ou ânodo).



Mais tarde, um importante passo na descoberta da natureza das partículas formadoras da matéria foi a prática de se fazer passar corrente elétrica no interior de tubos de vidro, dos quais se retirava quase todo o ar. Esses tubos ficaram conhecidos como ampolas de Crookes. Com a passagem da corrente elétrica, aparecia nos tubos um brilho em forma de raios que pareciam sair do eletrodo negativo, o cátodo. Esse brilho foi chamado inicialmente de raios catódicos.



Enquanto isso, no sul da Alemanha, em dezembro de 1895, Wilhelm Röntgen publicou um artigo sobre a descoberta de outros raios até então desconhecidos, provenientes dos tubos de Crookes. Esses raios eram capazes de “fotografar” os ossos de pessoas vivas e, por serem de origem desconhecida, foram chamados por Röntgen de raios-X. Esses raios foram chamados, também, de raios Röntgen.

No laboratório de Cavendish, na Universidade de Cambridge, o professor de Física John Joseph Thomson começou a estudar os novos raios junto a Ernest Rutherford, aluno de doutorado daquela instituição. Enquanto Rutherford estudava os raios-X, Thomson e sua equipe continuaram estudando os próprios raios catódicos, posteriormente chamados de elétrons. Com vários experimentos, Thomson verificou que os raios catódicos eram mais

lentos que a luz e que a massa de tais partículas era muito pequena, cerca de 1800 vezes menor do que a massa do átomo mais leve, o de hidrogênio.

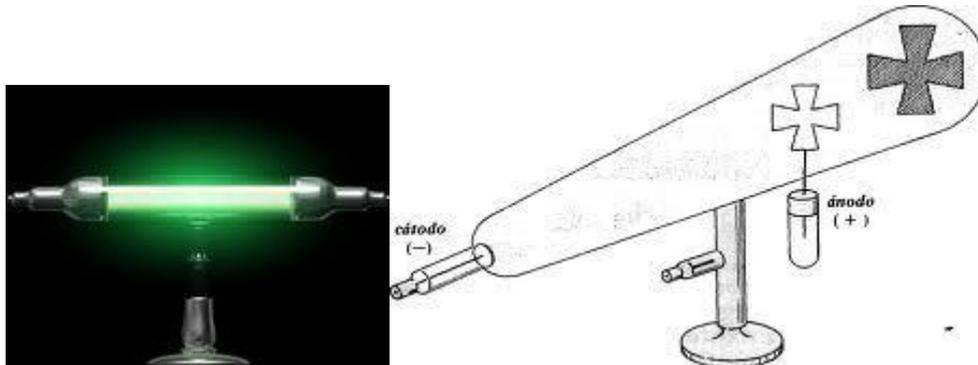


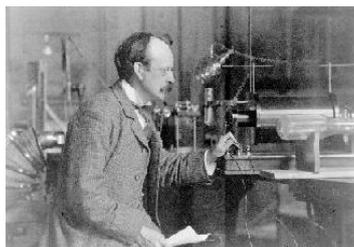
Figura 5 – Tubos ou ampolas de Crookes.

Thomson, trabalhando em suas pesquisas com uma equipe de alunos pesquisadores, concluiu que os raios catódicos, ou elétrons, apresentavam as seguintes propriedades:

- I. propagam-se em linha reta;
- II. podem penetrar pequenas espessuras da matéria;
- III. apresentam carga negativa;
- IV. são defletidos por um campo elétrico e por campo magnético;
- V. transportam uma considerável quantidade de energia cinética.

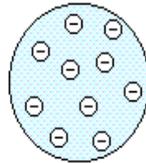
Em 1897, Thomson fez uma observação notável:

“Os corpúsculos que constituem os raios catódicos não são do mesmo material que entra na composição do cátodo, do anti-cátodo ou do gás do tubo. Aqui estava um componente universal de toda matéria.”



Dando continuidade às experiências com descargas elétricas em ampolas de Crookes, físicos também evidenciaram a existência de cargas positivas como parte integrante da matéria. Com efeito, em 1886, Eugen Goldstein observou que quando o cátodo de tubos de vácuo era perfurado em forma de canais, certos raios atravessavam o próprio cátodo em sentido contrário aos raios catódicos e, por essa razão, recebeu por parte desse cientista o nome de raios canais. Por sua vez, em 1895, Jean Baptiste Perrin demonstrou que tais "raios" eram constituídos de partículas positivas e, por fim, Thomson, ao confirmar em 1907 tal observação, chamou-os então de raios positivos, ou prótons.

Diante disso, em 1904, J. J. Thomson propôs que os átomos formadores da matéria seriam um tipo de fluido com uma distribuição esférica contínua de carga positiva onde se incrustavam certo número de elétrons, com carga negativa, o suficiente para neutralizar a carga positiva. O modelo atômico de Thomson ficou conhecido e foi divulgado como modelo “pudim de passas”.



Modelo atômico de Thomson

Bibliografia

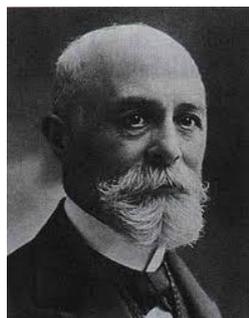
MARTINS, J. B. A história do átomo: de Demócrito aos quarks. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2001.

RONAN, Colin A. História Ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: a ciência nos séculos XIX e XX. v. 4. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

ROSMORDUC, Jean. Uma história da Física e da Química: de Tales a Einstein. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.

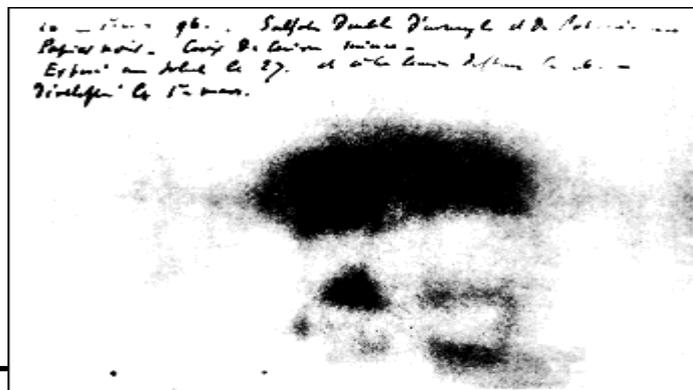
TEXTO 4 – O USO DA RADIOATIVIDADE NOS ESTUDOS SOBRE O ÁTOMO E A PROPOSTA DO MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

Oficialmente, em fevereiro de 1896, Becquerel anunciou a descoberta da radioatividade natural. No entanto, quase trinta anos antes, em 1867, o francês Abel Niepe de Saint Victor havia observado que sais de urânio podiam impressionar uma chapa fotográfica. Naquela época, Saint Victor não pôde tirar maiores conclusões de sua descoberta, pois os conhecimentos científicos disponíveis naquela época não permitiam o desenvolvimento daquele tipo de pesquisa. Abaixo, foto de H. Becquerel:



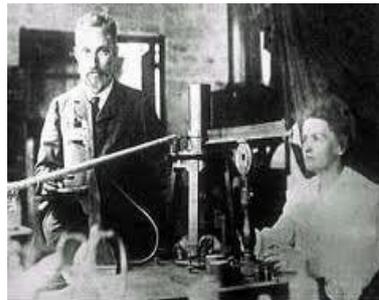
Henri Becquerel e a radioatividade natural

No ano de 1896, Henri Becquerel relatou ao mundo seus estudos sobre a radioatividade natural produzida por sais de urânio. Inicialmente, Becquerel acreditava que com a exposição de um cristal de sulfato de urânio aos raios solares colocados sobre um cartão que envolvesse uma placa fotográfica poderia marcar a chapa. No entanto, ao guardar seu experimento numa gaveta em dias de chuva, Becquerel observou que a chapa fotográfica ficava ainda mais marcada no escuro, desta forma ele concluiu que uma radiação emanava do próprio cristal de urânio.



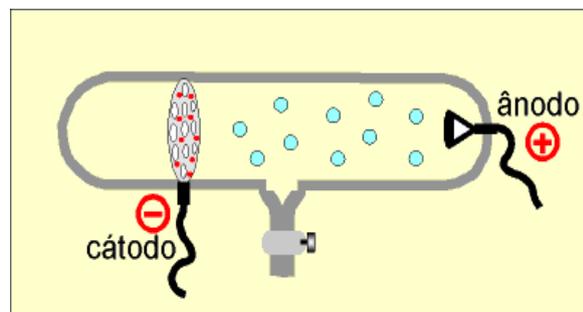
Em 1898, em Paris, a polonesa Marie Curie e seu marido o francês Pierre Curie descobriram, ao mesmo tempo em que o alemão Gerhard Carl Schmidt, que um elemento químico chamado tório apresentava características radioativas semelhantes ao urânio. O casal Curie já explicava a radioatividade como uma propriedade atômica. Com muita dedicação e trabalhando em um laboratório com condições precárias de funcionamento, em 1898, o casal descobriu o polônio, cerca de 400 vezes mais ativo que o urânio e que recebeu este nome em homenagem à Polônia, pátria de Marie Curie. Após a morte de Pierre Curie, atropelado por uma carruagem, Marie dedicou-se ainda mais aos seus estudos. Em um enorme esforço de pesquisa, juntamente com seus ajudantes, ela conseguiu descobrir outro novo elemento radioativo: isolou cerca de um grama de rádio após o tratamento de cerca de 10 toneladas de mineral pechblenda.

Marie Curie e seu esposo Pierre foram pioneiros nos estudos sobre a radioatividade. Pierre, Marie Curie e Becquerel receberam o Prêmio Nobel de Física em 1903 em decorrência de suas descobertas sobre a radioatividade. Após a morte de Pierre, Madame Curie continuou seus esforços de pesquisa e ganhou em 1910, outro prêmio Nobel de Física pela descoberta do polônio e do rádio. Marie Curie desconhecia os efeitos danosos dessa radiação para os organismos, por isso, membros de sua equipe morreram precocemente de leucemia. Ela também morreu de leucemia aos 67 anos.



Pierre & Marie Curie (IBM Worldbook 1999)

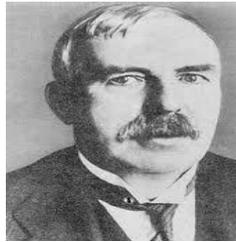
Ernest Rutherford, um físico neo-zelandês que trabalhou juntamente com J. J. Thomson no laboratório de Cavendish, passou a investigar as radiações alfa e beta que eram emitidas pelo urânio. Em seus estudos, Rutherford demonstrou que as partículas alfa eram desviadas por campos elétricos e magnéticos e em 1903 estabeleceu que as partículas alfa são semelhantes ao núcleo do átomo de hélio. Quanto às partículas beta, Rutherford percebeu que são mais penetrantes que as partículas alfa e que aquelas são desviadas por campo elétrico do mesmo modo que os raios catódicos (elétrons). Em 1898, foi trabalhar na Universidade McGill, em Montreal – na Califórnia. Lá Rutherford continuou trabalhando com a radioatividade, realizando inúmeras pesquisas com o tório e o rádio.



A existência dos prótons (partícula positiva) já havia sido proposta desde 1886 por Eugen Goldstein, utilizando um cátodo perfurado em ampolas semelhantes à de Crookes, contendo gás a baixa pressão. Assim, Goldstein pôde observar um foco luminoso surgir atrás do cátodo, vindo da direção do ânodo. Goldstein denominou esse fluxo de raios anódicos ou raios canais.

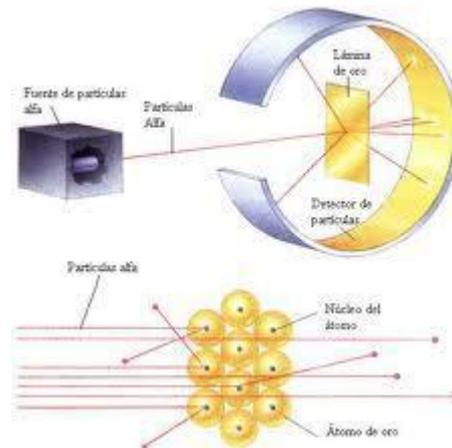
Em 1907, já de volta à Inglaterra para ocupar o lugar de professor de Física em Manchester, Rutherford trabalhou com Hans Geiger. Em 1908, Rutherford ganhou o prêmio Nobel de Química pelos seus estudos sobre a natureza das partículas alfa. Em 1911, explicou o espalhamento de partículas alfa por átomos, abstraindo de seu inovador experimento um novo modelo atômico. O modelo atômico de Rutherford ficou conhecido como modelo atômico planetário.

O modelo de Rutherford foi considerado como uma revolução, por estabelecer uma relação entre o macrocosmo e o microcosmo e por verificar que o raio do núcleo de um átomo era muito menor do que o raio do átomo inteiro, existindo, portanto, uma região ainda desconhecida que foi chamada de eletrosfera.



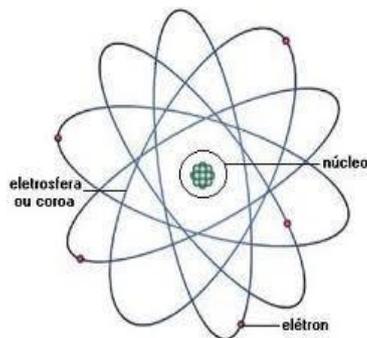
Ernest Rutherford que aparece na nota de 100 dólares da Nova Zelândia.

Em seu experimento, Rutherford utilizou uma caixa maciça de chumbo com um orifício central contendo em seu interior uma pequena fonte de material radioativo emissor de partículas alfa. As partículas alfa incidiam sobre uma finíssima lâmina de ouro. Ao redor dessa lâmina havia uma chapa curvada de material fosforescente. Ele observou que algumas partículas alfa (positivas) eram rebatidas, outras passavam diretamente e outras ainda desviavam formando diferentes ângulos.



Experimento de Rutherford

Com esses resultados, Rutherford percebeu que havia grande espaço entre o núcleo do átomo e os elétrons, elaborando, assim, um modelo atômico que fazia uma analogia ao sistema planetário.



Bibliografia

MARTINS, J. B. A história do átomo: de Demócrito aos quarks. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2001.

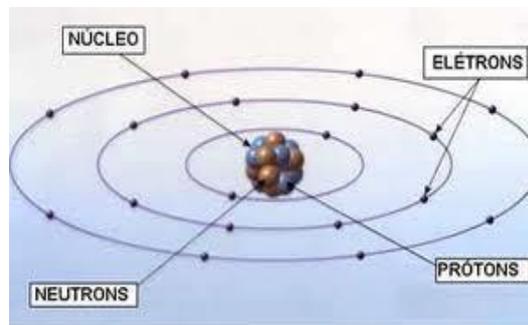
RONAN, Colin A. História Ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: a ciência nos séculos XIX e XX. v. 4. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

CÚNEO, R. G. Descoberta das partículas subatômicas. Disponível em <<http://www.algosobre.com.br/quimica/descoberta-das-particulas-subatomicas.html>> Acesso em: 25 mar. 2011

TEXTO 5 – NIELS BOHR E O MODELO ATÔMICO ATUAL

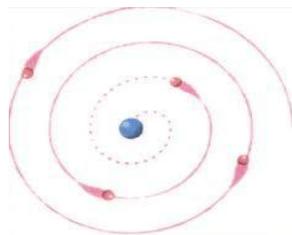
Com o modelo atômico planetário, defendido por Rutherford, foi possível perceber que o núcleo do átomo é uma porção de matéria muito menor do que os cientistas imaginavam anteriormente, ou seja, o raio do núcleo atômico é bem menor que o raio do átomo inteiro. Portanto, o átomo distingue-se em núcleo e eletrosfera. No entanto, o modelo

planetário causou certa inquietação na comunidade científica, pois de acordo com as leis da física clássica o modelo atômico de Rutherford não poderia ser estável.



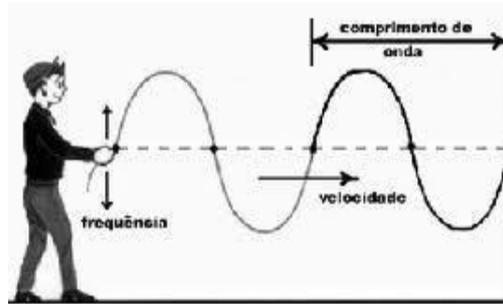
Modelo atômico planetário

Niels Bohr (1885 – 1962), um jovem físico dinamarquês, foi passar um ano estudando com Rutherford na Inglaterra, e acabou sendo convidado a trabalhar com ele. Ao estudar a estabilidade do modelo atômico planetário, Bohr inquietou-se ao verificar que segundo as leis da eletrodinâmica clássica, os elétrons que são carregados negativamente deveriam ser submetidos a uma atração pelo núcleo positivo do próprio átomo. Dessa forma, era de se esperar que os elétrons fossem perdendo energia até cair sobre o núcleo, gerando um total colapso do átomo.



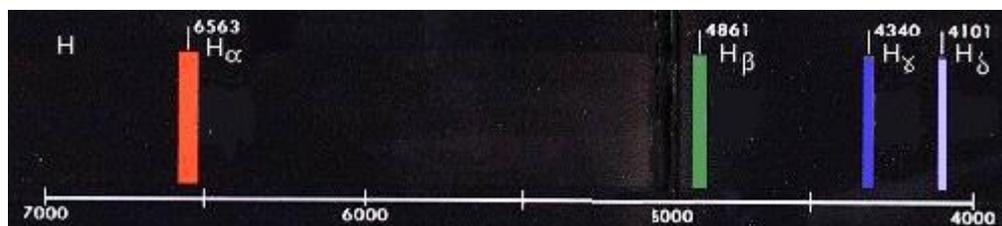
Esquema representando a instabilidade do modelo planetário

Para melhor compreender as explicações de Bohr sobre a estrutura interna de um átomo, é importante entender o que venha ser radiação. Radiação é a energia emitida pelos corpos devido a sua temperatura. Todo corpo emite algum tipo de radiação e essa energia é irradiada sob a forma de ondas. Os corpos também absorvem radiação do meio. É assim que o calor e a luz do Sol chegam até a Terra, atravessando o vácuo em ondas eletromagnéticas. Portanto, as radiações são ondas eletromagnéticas, que se distinguem umas das outras pela sua frequência (ou comprimento de onda), formando o que chamamos de espectro eletromagnético. Dependendo da frequência, essas ondas são visíveis para o olho humano, constituindo-se na luz, sendo que cada cor está associada a uma frequência específica. Ondas de rádio, de TV, microondas, infravermelho e ultravioleta são exemplos de outros tipos de ondas eletromagnéticas.



No desenho ao acima, podemos identificar o que seja a frequência e o comprimento de onda. Quanto maior a frequência, menor é o comprimento de onda e vice-versa. As radiações percorrem o espaço em ondas eletromagnéticas.

Cada elemento químico, ou tipo de substância, produz um espectro diferente. Por isso, por meio do estudo conhecido como espectroscopia, muito se pôde conhecer sobre os átomos e identificar os diferentes elementos químicos. Com esse estudo, também foi possível a descoberta de elementos químicos existentes nas estrelas. Por exemplo, o elemento Hélio foi descoberto primeiramente no Sol e só depois na Terra.



Espectro do hidrogênio

Os fogos de artifício foram inventados pelo Cientista chinês Kung So Kadoi, no século XVII, ele queria inventar a maneira mais chata possível de se acordar alguém, muitos acreditam que ele tenha conseguido. As diferentes cores dos fogos se devem aos diferentes espectros dos elementos usados na fabricação desses explosivos.



Voltando ao modelo planetário de Rutherford, caso os elétrons emitissem radiação eletromagnética constantemente, conforme as leis clássicas da Física, logo essas partículas

iriam se aproximando do núcleo até cair nele. Então, Bohr que estava muito cheio de entusiasmo e que também se mantinha bem informado sobre novas teorias propostas por outros cientistas daquela época, propôs uma explicação quântica para a estabilidade do modelo atômico, que contestava as antigas leis da Física.

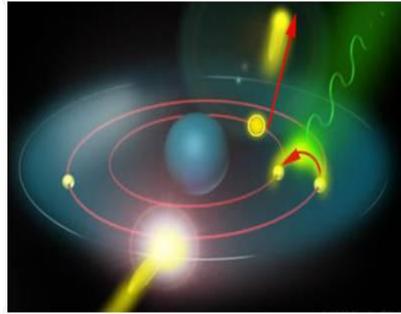
A teoria quântica, que teve Max Planck (1858-1947) como um dos pioneiros nesse estudo, é muito complexa para ser compreendida totalmente agora. Mas podemos fazer uma analogia simples, utilizando um exemplo do dia a dia, quando compramos pão. Não podemos comprar meio pão ou $\frac{3}{4}$ de pão. Temos sempre que comprar, no mínimo um pão. O mesmo acontece ao comprarmos laranjas ou ao pagarmos as prestações de um financiamento. Não podemos comprar meia laranja, nem pagar meia prestação. Ou seja, as quantidades são inteiras, são quantizadas. Daí o nome dado à Física que estuda esses efeitos: Física Quântica.

Essa explicação baseia-se na descontinuidade da emissão e da absorção da energia (radiações). Ou seja, toda energia é absorvida ou emitida em “pacotes de energia”, chamados de quanta – plural de quantum. Assim, ao estudar o espectro do átomo de hidrogênio, o átomo mais simples, Bohr elaborou alguns postulados que garantiam a estabilidade da eletrosfera dos átomos.

Niels Bohr foi um importante físico dinamarquês do início do século XX. Ele fez parte da equipe que trabalhou com Rutherford. Em 1913, utilizando experimentos e os conhecimentos disponíveis na sua época, Bohr deu uma explicação quântica que garantiu a estabilidade do átomo de Rutherford. Os níveis de energia de um átomo são representados pelas letras: K, L, M, N, O, P, Q.



Bohr propôs que os elétrons se encontram em determinadas regiões da eletrosfera, que inicialmente foram chamadas de órbitas. Tais regiões representam os níveis de energia específicos (um quanta), e para mudar de órbita ou nível de energia, o elétron precisaria ganhar ou perder um valor fixo de energia (o fóton). Com isso, o elétron ganharia energia quando um fóton incidisse sobre ele e perderia quando emitisse um fóton.



Modelo atômico de Rutherford – Bohr. No qual os elétrons não ocupam regiões intermediárias entre dois níveis de energia, mas podem se deslocar de um nível a outro recebendo ou emitindo outra quanta de energia, chamado fóton.



No fim do século XIX, a descontinuidade parecia estar na moda. Na arte, o estilo de pintar que ficou conhecido como pontilhismo fez muito sucesso, principalmente na obra Uma tarde de Domingo na ilha da Grande Jatte (1885), de autoria de Georges Seurat. Por isso, o ambiente artístico e científico da Europa foi, de certo modo, propício para a aceitação da nova visão quântica sobre a energia.

A teoria de Bohr fundamenta-se em alguns postulados, entre eles, os seguintes:

1º postulado: Os elétrons descrevem órbitas circulares estacionárias ao redor do núcleo, sem emitirem nem absorverem energia.

2º postulado: Fornecendo energia (elétrica, térmica ...) a um átomo, um ou mais elétrons a absorvem e saltam para níveis mais afastados do núcleo. Ao voltarem às suas órbitas originais, devolvem a energia recebida em forma de luz.

Apesar de resolver os problemas experimentais sobre o modelo atômico planetário de Rutherford, que passou a ser chamado de modelo de Rutherford-Bohr, esse novo modelo não obteve total sucesso, enfrentando ainda algumas dificuldades. Em 1916, o físico Arnold Sommerfeld fez algumas correções ao modelo de Rutherford-Bohr, propondo que as órbitas poderiam não ser circulares, mas sim elípticas.

Em 1920, Rutherford já havia sugerido a existência das partículas neutras (os nêutrons), mas somente em 1932, Sir James Chadwick (1891-1974), evidenciou experimentalmente a existência de tais partículas, utilizando a colisão de partículas alfa com elementos leves, tais como lítio, berílio e boro. Ele verificou, naquela época que as partículas

alfa são constituídas de 2 prótons e 2 nêutrons. Mais uma vez, podemos verificar que o estudo dos modelos atômicos dependeu da colaboração de inúmeros cientistas e de seus assistentes.

Até hoje, o modelo atômico atual, utilizado nos estudos de Química até mesmo em nível superior, é o modelo de Rutherford-Bohr, o que não retrata exatamente o que seja o interior de um átomo. Cientistas já conseguiram verificar que os átomos possuem partículas mais elementares que os prótons e nêutrons. Essas partículas possuem características diversas, mas podem ser chamadas em geral de quarks e léptons.

Bibliografia

FELTRE, R., Química, vol. 1, 6 ed. São Paulo: Moderna, 1928.

GUERRA, Andréia. Bohr e a interpretação quântica da natureza. São Paulo: Atual, 2005.

MARTINS, J. B. A história do átomo: de Demócrito aos quarks. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2001.