

Contribuições da Radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômica de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no Ensino de Química

Nirly Araujo dos Reis¹ (IC)*, Angélica Santos Oliveira² (IC), Erivanildo Lopes da Silva (PG)³
*nirlyreis@hotmail.com**

Palavras Chaves: radioatividade, modelos atômicos e história da Química

Resumo: Este trabalho apresenta uma discussão da importância da radioatividade na construção dos modelos atômicos, que vem sendo trabalhado em muitos livros didáticos sem levar em consideração a História da Química em que os debates ocorreram. O estudo também envolveu um levantamento de artigos com a temática radioatividade na revista Química Nova na Escola e como esses trabalhos contribuem para uma contextualização e desenvolvimento referencial-epistemológico para abordagem dos átomos de Thomson e Rutherford.

Introdução

História e Filosofia das Ciências (HFC) compõe uma temática bastante discutida no meio dos formadores de professores, contudo muito pouco desta discussão chega aos futuros professores, menos ainda aos em exercício. Oriundo deste debate vem surgindo propostas de abordagens contextuais de características HFC (EL-HANI, 2007; OKI e MORADILLO, 2008). Para uma abordagem dessa espécie é necessário estudos sobre a natureza do conhecimento científico e de como ele foi gerado em meio a seu contexto sócio-histórico. El-Hani (2007) aponta que as abordagens contextuais podem ocorrer de forma explícita ou implícita. Sendo a primeira aquela que aborda a História da Ciência atrelada a questões de Natureza da Ciência (NdC) de forma direta, enquanto a segunda de forma indireta.

Concordando com El-Hani (2007), empunhando a bandeira de que os professores precisam saber pelo menos noções de NdC e compreender os debates históricos, principalmente entender como as argumentações em torno deles ocorreram, defendemos uma abordagem contextual, mesmo que indireta, nas aulas de Ciências.

Sabemos que, devido às condições no âmbito das políticas públicas e de formação de professores postas atualmente, no ensino médio, essa é uma tarefa quase que utópica. Assim apresentamos este trabalho com o objetivo de discutir sobre a importância da radioatividade na construção histórica dos modelos atômicos desde os resultados experimentais de Thompson ao modelo de Rutherford. A abordagem histórica sobre o papel da radioatividade no desenvolvimento dos modelos, tão importantes para a Química, quando vista a luz dos debates, coloca também no bojo da discussão, mesmo de modo subjacente, de algumas características de NdC. Destacamos também, junto a essa discussão, a escassez de materiais que abordam o conceito de radioatividade a luz destes debates nas publicações da Revista Química Nova na Escola. A escolha por este periódico justifica-se pelo fato que este prima pela ideia de apresentar elementos para os professores se aprimorarem, seja as suas aulas ou seu próprio conhecimento.

É possível observar como tais fenômenos radioativos foram relevantes no desenvolvimento dos experimentos precursores a construção dos modelos científicos e como esses fenômenos, aliados a História da Química, contribuem para uma visão mais contextualizada sobre a natureza da ciência, pois permitem uma mudança de conhecimentos simplistas para concepções mais investigativas e humanísticas.

“Considera-se que a incorporação de um maior conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência nos currículos pode contribuir para a humanização ensino científico, facilitando a mudança de concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento”. (OKI e MORADILLO, 2008, p. 69)

No ensino médio o estudo sobre os modelos atômicos normalmente é iniciado pelo modelo de Dalton até o modelo de Rutherford. A evolução dos modelos atômicos é uma temática bastante abordada tanto na formação de professores quanto no ensino médio, no entanto, vem sendo trabalhada de uma forma muito superficial sem levar em consideração os debates que ocorreram, menos ainda, os contextos sociais, políticos, etc. que se assediam na época. Neste sentido destacamos a Fala de Salgado e colaboradores:

“A evolução dos modelos atômicos, principalmente no final do século XIX e início do século XX, ocorreu de forma intimamente ligada ao avanço do conhecimento na área da radioatividade. Entretanto, esses dois assuntos raramente são abordados, nos cursos de formação de professores de Química, de forma integrada, pois os modelos atômicos são objeto de estudo das disciplinas introdutórias de Química, enquanto os conteúdos de radioatividade são normalmente abordados em disciplinas da área de Física” (SALGADO, HAINZENREDER, *et al.*, 2009, p. 3).

Muitos livros didáticos simplesmente ignoram o contexto da elaboração dos modelos atômicos e extingue a radioatividade desse âmbito, mesmo estando ela intimamente ligada à construção desses modelos. A radioatividade, por sua vez, é frequentemente incluída nos últimos capítulos destes livros didáticos, onde já não se tem mais tempo para abordá-la. Se a radioatividade é de fundamental importância no contexto historiográfico da Química, porque então há uma mínima quantidade de estudos e pouco aprofundamento quando se trata de livros de ensino médio?

“Infelizmente os tópicos de radiações nucleares são inclusos na maioria dos livros didáticos da segunda ou terceira série do Ensino Médio, no final da unidade físico-química, quando já não se dispõe de tempo suficiente para ser trabalhado” (PINTO e MARQUES, 2010, p. 27).

Este texto vai apresentar alguns subsídios de como a radioatividade colaborou para o desenvolvimento dos modelos atômicos, aspectos estes de grande significado para toda a História da Química.

Levantamento das informações e discussão

Por se tratar de uma abordagem na área de ensino envolvendo a História da Química, fez-se um levantamento bibliográfico acerca do conceito de radioatividade e sua contribuição na elaboração dos modelos atômicos de Thompson e Rutherford, isso com vistas e discutir os debates e informações relacionadas. Por se tratar de um material de natureza não propriamente historiográfica e sim de ensino, optou-se pela busca das informações secundárias de conceituadas fontes.

A evolução histórica dos modelos atômicos ocorreu articulada aos fenômenos radioativos da matéria (SALGADO, HAINZENREDER, *et al.*, 2009). Neste sentido

podemos falar da descoberta dos raios x, pois influenciou do experimento de Millikan para medir a carga de um elétron até o modelo de Rutherford com uma estreita ligação com as descobertas de Marie Curie.

William Crookes, por volta do século XIX, descobriu os raios catódicos utilizando um aparelho que ficou conhecido como tubo de Crookes, a este tubo foram deixadas algumas chapas fotográficas que foram submetidas a um gás com baixa pressão e alta tensão provocando uma radiação devido a descargas elétricas nos tubos de vidros, esta radiação ficou conhecida como raios catódicos. Com a descoberta destes raios, Thomson conseguiu determinar a razão entre a carga e a massa de um elétron através de um experimento usando os raios catódicos, com a razão conhecida à medida da carga ou da massa podia-se determinar a outra grandeza. Assim em 1909, Millikan realizou o experimento da gota de óleo com uma fonte de raios x, conseguiu-se determinar a carga de um elétron.

“Para Crookes, os raios catódicos eram moléculas carregadas às quais constituíam o quarto estado da matéria (essa denominação é hoje usada quando nos referimos ao plasma, que é exatamente o que se tem quando se produz uma descarga elétrica num gás rarefeito). Em 1897, Thompson encerrou a polêmica, demonstrando que os raios catódicos eram elétrons” (MARTINS, 1990).

Joseph John Thomson nascido em 18 de dezembro de 1856 na Inglaterra, filho de um humilde vendedor de livros antigos e raros. Desde pequeno se destacava na escola, aos 14 anos foi estudar em Owens College, onde com 19 anos concluiu o curso de Engenharia de forma tão brilhante que ganhou uma bolsa de estudos em Trinity College, em Cambridge, aos 24 anos tornou-se professor de Física. No início da primeira guerra mundial quando a Europa foi conturbada, ele juntamente com alguns cientistas, foi obrigado a trabalhar em pesquisas militares. Ganhou destaque na sociedade através de seus trabalhos e pesquisas brilhantes, entre eles o modelo atômico.

O modelo atômico de Thomson, proposto em 1904, foi constituído pela única partícula até então descoberta, o elétron, ele sugeriu que o átomo fosse um corpo esférico positivo formado por partículas negativas (elétrons) incrustadas (ALMEIDA e SANTOS, 2001).

Já no modelo de Thomson nota-se a influência dos raios x, precursor dos estudos sobre a radioatividade, estes foram utilizados como radiação ionizante no aparelho para medida da carga do elétron. No mesmo século, Henri Becquerel deparou com uma nova fonte de radiação com alta energia, percebeu que o urânio escurecia placas fotográficas mesmo no escuro sem contato de luz, acreditou então, que este era um fenômeno apenas restrito ao urânio. Para Becquerel se tratava dos raios X (CHASSOT, 1995).

Marie Curie, nascida na Polônia de família humilde e esposa de Pierre Curie, realizava suas experiências em um laboratório que exigia muito esforço físico, pois ao invés de trabalhar com tubos de ensaio ela manuseava baldes e caldeirões com cerca de 20 Kg de material, transportando os mesmos de um lado para o outro. Marie foi a primeira mulher a ganhar um prêmio Nobel, ela conseguiu se sobressair em uma época fortemente machista, em que as universidades eram majoritariamente masculina, iniciando assim, uma verdadeira revolução no mundo científico. Marie, ao estudar vários minerais do urânio notou um fenômeno geral a outros elementos pesados e não apenas a um único, estava então descoberta a radioatividade, modificando o panorama da vida científica da época.

Os raios urânicos foram frequentemente chamados raios de Becquerel. Pode-se generalizar esse nome, aplicando-o não apenas aos raios urânicos, mas também aos raios tóricos e a todas as radiações semelhantes.

“Chamarei de radioativas as substâncias que emitem raios de Becquerel, O nome hiperfosforescência, que foi proposto para o fenômeno, parece-me dar uma falsa ideia de sua natureza” (MARTINS, 1990, p. 40).

Rutherford, nascido em Nova Zelândia, trabalhou boa parte de sua infância cultivando as terras de seu pai, até que por ser um aluno muito aplicado ganhou uma bolsa para estudar na Universidade de Nova Zelândia, a partir daí, resolveu estudar a natureza dessas partículas radioativas, construiu então, um aparelho para analisar a radiação emitida pelo urânio, submeteu estas radiações a um campo eletromagnético, ao passar por o mesmo algumas radiações desviavam da placa carregada negativamente e outras das placas carregadas positivamente, ele concluiu assim, que as radiações que desviavam do campo negativo estavam carregadas positivamente e já as que desviavam do campo negativo estavam carregadas negativamente, ele denominou estas radiações como: alfa e a beta.

Paul Villard encontrou outro tipo, a radiação gama, muito mais penetrante, surgia então uma questão, já se sabia que o átomo era constituído por partículas, mas como essas partículas estavam organizadas? Através do experimento de espalhamento de partículas alfa (partículas emitidas naturalmente por alguns materiais radioativos), realizado em 1911, Rutherford investigou os ângulos sofridos por essas partículas ao passar por uma folha de ouro, ele percebeu que a maioria das partículas alfa passava pela folha sem sofrer nenhum desvio e umas poucas eram desviadas ou refletidas. Esse experimento era incompatível com o modelo de Thompson, então Rutherford admitiu que a carga positiva do átomo encontrava-se localizada numa região muito densa a qual chamou de núcleo, segundo ele a maior parte do átomo é espaço vazio, por isso as partículas alfas não sofreram nenhum desvio e os elétrons encontram-se rodeados ao núcleo, quando uma partícula alfa se aproxima do núcleo ocorre uma alta repulsão e a partícula é desviada, pois possuem a mesma carga.

“... Villard descobriu que os raios não desviáveis eram de dois tipos: os raios alfa (pouco penetrantes) e os raios muito penetrantes, que foram denominados “raios gama”. Apenas em 1903 Rutherford observou que a radiação alfa podia ser defletida elétrica e magneticamente, verificando então, tratar-se de partículas com carga positiva. Só então ficou mais clara a noção a respeito da natureza dessas partículas” (MARTINS, 1990, p. 42).

Fica evidente a permanência dos fenômenos radioativos no contexto histórico químico e o papel fundamental das descobertas de Becquerel, Marie Curie e Rutherford na construção dos modelos atômicos. Rutherford realizou seus experimentos partindo da descoberta da radioatividade por Marie Curie.

Logo, percebe-se toda a importância desta temática, que mesmo assim é normalmente trabalhada de forma restrita, deixando os alunos sem uma análise crítica e reflexiva sobre a História da Química. A História da Ciência permite uma construção do conhecimento e contribui para o desenvolvimento crítico e dinâmico do aluno, por isso é essencial à inclusão de conteúdos sobre radioatividade já na primeira série do ensino médio, é nesta série onde são apresentados os conceitos de átomos e modelos atômicos que estão extremamente ligados aos fenômenos radioativos da matéria. Sem falar que não se pode deixar de comentar sobre os riscos causados pelas radiações, como acidentes nucleares, contaminações de rios e do meio ambiente e sua presença

no cotidiano do aluno. É por estes e por outros motivos que a radioatividade deve sim está incluída como uma temática indispensável no ensino médio

“Por meio da História da Ciência pode se resgatar os fatos a fim de se obter uma descrição coerente e organizada de suas bases e dos fundamentos tanto observacionais quanto experimentais, e dessa forma ter uma visão dos recursos disponíveis, tanto físicos, como químicos, em finais do século XIX e início do XX. Além disso, a História da Ciência possibilita o acesso ao processo gradativo e lento da construção do conhecimento, das limitações, dos métodos, e desmistifica o conhecimento científico sem destituir seu valor” (PINTO e MARQUES, 2010, p. 28)

Numa busca sobre materiais que abordam a radiatividade no periódico Química Nova na Escola verificou-se que não são muitos. Vimos que a revista apresenta três contribuições para que os professores possam tentar formar um corpo de conhecimento sobre a importância de abordar a radioatividade no ensino médio.

Fica evidente que a revista poderia contribuir “mais” para o debate sobre a temática em questão e dessa forma contribuindo para que os professores possam abordar a radioatividade a luz das discussões que ocorreram historicamente. É nesta abordagem colocar em questão, mesmo que indiretamente, ideias sobre NdC. Não se versa, obviamente, afirmar que a culpa pela ausência da abordagem contextual sobre radioatividade seria atribuída a tal periódico. Trata-se de dizer que este poderia contribuir mais.

No artigo intitulado “Raios X e Radioatividade”, publicado na revista Química Nova na Escola, do autor Chassot, (1995), se volta para tempos distantes ao falar dos inventos iniciais da Química, como a produção de cosméticos e remédios, sem esquecer a conservação dos alimentos. Ao mesmo tempo relata como o surgimento de tais fenômenos, os raios x e posteriormente a radioatividade, revolucionaram a ciência em meados do século XX. Essas experiências marcaram o século passado e continuam significativas nos dias atuais, estão presentes na medicina, na agricultura e alimentação, nas indústrias eletrônicas e continuam se aperfeiçoando a cada dia, desenvolvendo novas tecnologias e aplicações. O texto apresenta os principais aspectos que contribuíram para a grande descoberta dos raios x e da radioatividade.

Neste trabalho (CHASSOT, 1995), apresenta a incursão de Röntgen até a descoberta dos raios X. Nos dizeres do autor, Wilhelm Conrad Röntgen estudava a condutividade dos gases, notou algo que lhe causou muito espanto, a válvula com que trabalhava coberta por uma cartolina negra tratada com platinocianeto de bário que se encontrava a certa distância emitiu uma luz. Então, Röntgen ficou muito surpreso, pois nenhuma luz poderia vir da válvula que estava protegida pela tela. Ele descobriu posteriormente que ao colocar objetos frente à válvula, estes pareciam transparentes e para surpresa maior, notou que os ossos da mão também aparentavam transparentes.

Através de novas experiências Röntgen concluiu que tinha descoberto um novo raio, que por ser desconhecido deu-se o nome de raios-X. Houve grande repercussão em todo o mundo e um enorme deslumbramento por parte da população, dando início a muitos estudos sobre os “novos raios”, seguido de outra inovadora descoberta, a radioatividade. Por fim, além de Röntgen, cientistas como Henri Poincaré, Becquerel e posteriormente o casal Pierre e Marie Curie modificaram o modo de fazer ciência, propondo outros modelos para os átomos, que até então, acreditava-se serem indivisíveis.

O artigo de Chassot (1995) é uma boa fonte para se iniciar uma discussão da temática radioatividade, pois conta a história da vida científica de homens que contribuíram para tais descobertas que estão presentes no nosso dia a dia.

Em outro trabalho, Lima, Pimentel e Alfonso (2011), no artigo *o despertar da radioatividade ao alvorecer do século*, conta como a radioatividade causou um enorme impacto na vida das pessoas no final do século XIX. Os autores apresentam o deslumbramento da população e da mídia com as novas descobertas, principalmente com os raios x, que permitia uma visão transparente dos ossos, o que incentivou o surgimento de várias aplicações para esses fenômenos.

No desencadear de ideias dos autores: o casal Pierre e Marie Curie em 1902 levou a ciência a um lugar de destaque, as indústrias, mídia e a medicina, pois eles falaram da descoberta do rádio. Na ocasião

“chegou-se a atribuir ao rádio poderes como a capacidade de ser o responsável pela geração da vida, curar doenças tidas como irreversíveis e ainda embelezar a pele” (LIMA, PIMENTEL e AFONSO, 2011, p. 94).

A radioatividade estava muito popularizada e era empregada até no comércio de produtos de beleza, a tendência da época. Havia anúncios que incentivava o uso do rádio para a cura de doenças e tratamentos terapêuticos, encontravam-se almofadas radioativas e fazendeiros que com o intuito de gerar mais ovos, misturavam radioatividade na ração de suas galinhas.

Esses produtos eram fraudulentos, alguns nem continham radioatividade, já outros excediam a quantidade e eram vendidos com altos níveis de radiação, logo começaram a aparecer doenças, desde a uma pequena irritação de pele a um câncer. Mesmo assim, muitos ainda acreditavam que esses efeitos fossem apenas acidentes, pois tinham uma ideia forte de que a radioatividade só traria vantagens. Os problemas se intensificaram, surgiu então o primeiro congresso de radiologia, com a morte do milionário Eben M. Byers toda a sociedade foi abalada. Só após 30 anos de descoberta da radioatividade que houve um término desse misticismo e da crença de suas aplicações.

Nesse trabalho, nota-se a grande repercussão de todo mundo pelos fenômenos radioativos da matéria, a ideia central do texto, é justamente apresentar o grande impacto na vida das pessoas causado pela radioatividade durante o século XX e não de discutir sobre sua descoberta e contribuições futuras, no entanto, todas essas consequências na vida das pessoas impulsionaram grandes estudos sobre esse fenômeno, trazendo uma nova forma de se trabalhar com a radiação.

O artigo “A radioatividade e a História do tempo presente” de Fábio Merçon e Samantha Viz Quadrat, faz um breve levantamento da utilização de energia em reações nucleares a partir da segunda metade do século XXI, neste período houve muita polêmica com o uso de armas atômicas e a construção de usinas nucleares.

Ao decorrer do contexto os autores relatam o fator principal que influenciou para que as usinas nuclear surgisse.

“As usinas nucleares surgiram como uma fonte poderosa para atender a demanda de energia, não requeriam características geográficas específicas ou áreas extensas (como hidrelétricas) e não utilizavam combustíveis fósseis ou poluíam a atmosfera (como as termelétricas)” (MERÇON e QUADRAT, 2004, p. 29).

Discutem alguns acidentes ocorridos no mundo devido à radioatividade, e por fim, o artigo é finalizado com uma visão geral de como a radioatividade e a criação das usinas nucleares contribuem e ao mesmo tempo prejudicam a sociedade. Ao analisar o artigo é possível notar que o mesmo não contém informações suficientes para gerar um conhecimento amplo e nem muito menos uma discussão sobre como a radioatividade foi descoberta, e quais as suas contribuições para a construção dos modelos atômicos, isto porque, este artigo se volta especificamente em relatar como a energia nuclear começou a ser utilizada a partir da segunda guerra mundial, quais as vantagens obtidas através da mesma, e os acidentes ocorridos nas usinas nucleares. Nesse contexto, a radioatividade é apenas consequência dos avanços tecnológicos.

Ao explorar os três artigos, foi possível notar que eles, principalmente o de Chassot, apresentam um referencial histórico-epistemológico, o qual permite que o aluno obtenha uma aprendizagem mais contextualizada, no entanto, não proporcionam uma discussão sobre a radioatividade como conhecimento “chave” para a evolução dos modelos atômicos, pois os mesmos abordam em todo decorrer do texto somente a historiografia do fenômeno, desde a sua descoberta até a repercussão pelo mundo.

Conclusão

Através deste estudo pode-se perceber que a descoberta da radioatividade foi de suma importância desde a construção do modelo atômico de Thompson ao modelo atômico de Rutherford, porém é possível notar que mesmo tendo contribuído para a construção de tais modelos existem muitos poucos materiais relacionados à temática. A abordagem deste tema em livros didáticos é feita de uma forma bem direta, onde acaba dificultando o desenvolvimento crítico cidadão do aluno.

A história acerca da importância de estudos sobre a radioatividade na elaboração dos modelos de Thomson e Rutherford é notória, contudo é pouco destacada. Pois uma abordagem desta temática permite verificar uma história sobre a teorização dos modelos atômicos em meio a uma epistemologia histórica, contribuindo assim para o estudo da História da Ciência e de abordagens, ainda que implícitas acerca da HFC.

Desta forma pode-se concluir que o estudo da radioatividade deve ser muito mais intensificado nos periódicos da área do ensino e Ciências, abordando desde a sua historiografia até a sua contribuição para a construção de modelos atômicos, para que assim, o aluno tenha um conhecimento muito mais contextualizado e discursivo, que possa colocar em prática o seu lado crítico como cidadão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, W. B. D.; SANTOS, H. F. D. Modelos teóricos para a compreensão da estrutura da matéria. **QNEsc**, Maio 2001.
- CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **QNEsc**, n. 2, 1995.
- EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da biologia na educação superior. In: NARDI, R. **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editoras, 2007. p. 293-315.

LIMA, R. D. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. **QNEsc.**, 33, n. 2, 2011.

MARTINS, R. D. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, Florianópolis, n. 7. 27-45.

MERÇON, F.; QUADRAT, S. V. A radioatividade e a história do tempo presente. **QNEsc**, n. 19, Maio 2004. 4.

OKI, M. C.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, 14, n. 1, 2008. 67-68.

PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio: a radioatividade e o cotidiano, 1, 2010. 27-57.

SALGADO, T. D. M. et al. **UM OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA TRABALHAR CONCEITOS DE RADIOATIVIDADE E MODELOS ATÔMICOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: [s.n.]. 2009.