
Explorando a interdisciplinaridade entre química e física através de uma abordagem histórico-cultural

de Oliveira, Fabiano F.¹ & Moura, Cristiano B.²

Categoría 2: Trabalho de Investigação

Linha do trabalho: 5 - Relaciones entre modelización, argumentación, contextualización, e historia, epistemología y sociología de la ciencia.

Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo histórico sobre radioatividade e modelos atômicos no século XIX elaborado com vistas a construir subsídios para a elaboração de propostas para a educação em ciências que promovam a interdisciplinaridade entre a química e a física. Desta maneira, articulados a referenciais sobre história da ciência e ensino, práticas científicas e interdisciplinaridade, propomos uma abordagem histórica pautada na história cultural da ciência para cumprir o objetivo proposto, trazendo, ao final, comentários sobre as possibilidades para a educação em ciências.

Palavras-chave: Modelos Atômicos, Radioatividade, História da Ciência, Ensino de Química, Ensino de Física

Introdução

Neste estudo procuraremos responder à seguinte questão: A partir da análise de um episódio histórico a respeito das controvérsias em torno à radioatividade e modelos atômicos na segunda metade do século XIX, pautada em uma visão cultural da ciência, que aspectos podem ser enfatizados para favorecer a interdisciplinaridade entre a química e a física?

Dessa forma, apresentaremos inicialmente os caminhos teóricos que norteiam este trabalho a partir da literatura de História da Ciência e Ensino. A seguir, construiremos uma narrativa histórica a respeito de radioatividade e modelos

¹ Colégio Pedro II – Campus São Cristóvão III. Rio de Janeiro, Brasil, prof.fabianof@gmail.com

² Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Campus Petrópolis. Rio de Janeiro, Brasil, cristianobmoura@gmail.com

atômicos, com ênfase para a intersec o entre estes temas. Ao final, destacaremos as características que podem ser utilizadas pelos professores em uma abordagem em sala de aula, destinadas a explorar aspectos sobre o desenvolvimento da ciência.

Marco Teórico

A defesa da história da ciência como um caminho capaz de despertar no aluno reflexões a respeito do conhecimento científico, contextualizando o conteúdo, e ajudando a desconstruir a ideia de cientista g nio, já é conhecida de longa data (BRAGA *et al*, 2012; IRZIK; NOLA, 2011; McCOMAS, 2008). Em particular a partir da constru o e implementa o de abordagens histórico-filosóficas (BRAGA *et al*, 2012). Argumenta-se que incluir nas aulas temas que levem   reflexão sobre o funcionamento da ciência, a chamada Natureza da Ciência (NdC), se fazem pertinentes para promover junto aos alunos reflexões sobre a constru o social da ciência, bem como a sua rela o com a sociedade (McCOMAS, 2008).

Os defensores da chamada visão consensual sobre NdC (McCOMAS, 2008) acreditam que podemos nos basear em um conjunto de aspectos para delimitar como funciona a ciência. Nos últimos anos, autores (IRZIK; NOLA, 2011) teceram críticas   chamada visão consensual sobre a NdC que, nesse viés, evidenciaria uma compreensão essencialista e a-histórica sobre o funcionamento da ciência. Além disso, tal visão não representaria as características e especificidades dos diversos campos de conhecimento (IRZIK; NOLA, 2011).

Mais recentemente, encontramos na literatura (MODY, 2015) a defesa de que a discussão sobre o funcionamento da ciência precisa ocorrer em torno às particularidades do fazer do cientista, isto é, das práticas científicas. Estudar sobre essas práticas seria importante para possibilitar aos estudantes um entendimento mais amadurecido e completo a respeito de como a ciência funciona.

Através do estudo das práticas científicas, a nosso ver, os alunos estariam sendo instruídos com ferramentas para entender o mundo pela  tica das diversas ciências, mas também com a possibilidade de crítica   própria ciências, duas habilidades fundamentais para a tomada de decisão científica.

Tal mudança de perspectiva cria uma demanda para abordagens destinadas ao ensino básico fundamentadas em história da ciência, uma vez que as narrativas históricas precisariam deslocar seu foco de personagens ou conceitos e ideias, para as práticas científicas. Defendemos que um caminho para aproximar as

abordagens histórico-filosóficas das práticas científicas é por meio de um viés historiográfico conhecido como a História Cultural da Ciência (BURKE, 2008). Pela atenção às práticas, conforme explorado por Burke (2008), este viés buscaria evidenciar determinados padrões da cultura científica de uma época. Sendo assim, uma questão que se coloca é sobre como adaptar as abordagens histórico-filosóficas para o viés da História Cultural?

Além disso, cabe aqui ressaltar a complexidade do empreendimento científico. Como Galison (1997) aponta, as fronteiras entre as disciplinas nem sempre são muito evidentes no fazer científico. Ou, quando já há campos consolidados, há a possibilidade de constituição de subdisciplinas com características de duas disciplinas consolidadas. Nos dias atuais, há exemplos como a Astrobiologia, a Biomatemática, a química bioinorgânica, entre outros. Podemos dizer, então, que esta fluidez de fronteiras entre as ciências ou subculturas científicas (GALISON, 1997) é uma característica marcante da prática científica, mesmo historicamente, pois foi a partir de movimentos de hibridização como estes que nasceram disciplinas hoje consolidadas como a Físico-Química.

Sendo algo comum na ciência, parece-nos razoável que a interdisciplinaridade seja almejada também no ensino de ciências, se o objetivo da mesma é aproximar o fazer da sala de aula do estudo das práticas científicas. No contexto educacional, as abordagens interdisciplinares têm por característica a busca um ensino menos fragmentado, proporcionando ao estudante perceber o mundo em sua totalidade, e favorecendo o desenvolvimento de competências para trabalhar diversas áreas do conhecimento de forma integrada (FAZENDA, 2002).

Metodologia

Nesta investigação de caráter teórico, buscamos construir uma narrativa histórica baseada em fontes secundárias de história dos modelos atômicos e da radioatividade buscando a evidenciar aspectos interdisciplinares que podem surgir a partir da abordagem das práticas científicas, com implicação nas disciplinas de química e física. Como caracterizada por Mody (2015), as práticas científicas incluem (mas não se reduzem a) diversos componentes como ler, escrever, debater com pares em congressos, educar e convencer os demais cientistas e, assim, disseminar suas ideias.

No entanto, para este trabalho, centraremos a criação da narrativa em torno às práticas experimentais de meados ao final do século XIX que geraram resultados

e questões importantes tanto para a elaboração de modelos atômicos quanto para a investigação sobre a natureza da radioatividade. Nas considerações finais, apresentamos as possibilidades para o ensino interdisciplinar entre química e física.

Resultados: A Narrativa Histórica

Durante o século XIX, o tubo de Crookes foi um instrumento largamente utilizado pelos cientistas, tornando-se fonte de resultados que fomentaram a criação de novos modelos e teorias científicas e também produzindo questões de investigação para o período. Ele surge em um contexto de diversas invenções, sem as quais não poderia existir, como o gerador elétrico, o motor elétrico e a lâmpada de filamento – que impulsionou a pesquisa sobre evacuação de tubos de vidro (SEGRE, 1987; MARTINS, 2012).

Em 1833, o físico inglês Michael Faraday fez estudos onde concluiu que os resultados obtidos com os tubos de raios catódicos eram afetados pelo nível de rarefação contido dentro do tubo. Cerca de 20 anos depois, o alemão Julius Plucker fez experimentos envolvendo magnetismo e os tubos de raios catódicos, notando que o feixe era desviado quando um ímã era aproximado do tubo (SEGRE, 1987).

Durante a década de 90 do século XIX, os raios catódicos eram uma questão ainda em aberto na ciência. De acordo com Segre (1987):

“O que se sabia a respeito dos raios catódicos era que saíam do catodo de um tubo altamente exaurido de ar, [...] viajavam aparentemente em linhas retas, visto que objetos colocados em seu caminho projetavam sombras nítidas, e eram desviados por um ímã [...] Surgiram inflamadas discussões com relação à natureza dos raios catódicos. O que eram? Alguns diziam que eram corpúsculos, partículas projetadas do catodo; outros acreditavam tratar-se de ondas.” (SEGRE, 1987, p. 12)

Em novembro de 1895, Röntgen trabalhava em seu laboratório, onde realizava descargas elétricas com uma bobina de alta voltagem através de um tubo de gás evacuado totalmente coberto de uma cartolina negra. Em frente à válvula, estava uma tela com platinocianeto de bário utilizada como anteparo (SEGRE,

1987; MARTINS, 2012). R ntgen observou que a tela cintilava emitindo luz, como se tivesse sendo atingida por algo. Na verdade, ele estava repetindo os experimentos de Lenard, que já havia observado um brilho em materiais luminescentes próximos ao tubo (SEGRE, 1987; MARTINS, 2012). Isso explicaria o porquê de previamente envolver o tubo em papel negro e realizar os experimentos em uma sala completamente escura. Ou seja, repetindo experimentos já realizados anteriormente R ntgen abriu caminho para suas próprias pesquisas. Além disso, cabe enfatizar que as experiências realizadas por ele não tinham por objetivo identificar os raios X.

Experiências realizadas posteriormente por R ntgen caminhavam na tentativa de identificar as características dos raios X, como reflexão, refração e poder de penetração, comparando com os resultados de radiações já conhecidas. R ntgen baseava-se, em seus experimentos, na hipótese de que tanto os raios catódicos quanto os raios X eram de natureza ondulatória. Porém, uma questão ainda estava em aberto: que propriedade do raio fazia com que muitos materiais se apresentassem transparentes? (SEGRE, 1987)

Também investigando a natureza dos raios catódicos estava o cientista inglês J. J. Thomson. No debate sobre a constituição desses raios, Thomson estava do lado inglês, isto é, acreditava serem feixes de partículas. Até que em um artigo de 1897, Thomson faz uma série de medidas utilizando os tubos de raios catódicos:

“Ele testou tubos contendo 4 diferentes gases e utilizou 3 metais diferentes na constituição dos eletrodos chegando sempre aos mesmos valores para a razão m/e , postulando assim que todos os elementos químicos são constituídos de um constituinte universal que levariam   determinação de uma massa, para esse constituinte, mil vezes menor que a massa conhecida do átomo de hidr g nio.” (Lopes, 2009)

Thomson consegue, portanto, estabelecer a relação carga / massa das partículas constituintes do feixe que depois seriam chamadas de elétrons. Mais tarde, no século XX, outros experimentos, como o famoso experimento de Milikan confirmaram estes resultados. Associados aos resultados obtidos por meio da espectroscopia, os espectros elementares “estranhamente” descontínuos, Thomson propõe, em 1904, um modelo at mico que propunha explicações tanto para a estrutura da matéria, como para processos relacionado à eletrificação

dos corpos, às ligações interatômicas, a radioatividade e aos diferentes espectros dos elementos químicos (LOPES, 2009). Este modelo avança sobre o antigo modelo estático de John Dalton e permanece algum tempo como modelo hegemônico, especialmente por ser muito bem justificado do ponto de vista matemático.

Sendo assim, dois caminhos são claramente visíveis a partir do estudo das práticas experimentais envolvidas com o tubo de Crookes no século XIX: um deles direciona-se à elucidação da constituição dos raios-X, caminho mais afeito às teorias da física, enquanto o mesmo aparato experimental, associado a demais pesquisas, servirá à elucidação da estrutura interna da matéria, algo que também estava sendo profundamente pesquisado na época.

Considerações finais: subsídios para o professor

Dos pontos destacados nesta narrativa, podemos perceber que a partir da análise deste episódio histórico, é possível problematizar junto aos alunos a possibilidade de diversos olhares para o mesmo experimento. Desta forma, problematizar a capacidade determinística e objetivista ingênua dos experimentos nas ciências, uma vez que estes podem dar respostas diversas e também gerar questões diversas, dependendo do cientista, seus valores e crenças, as condições materiais e históricos nas quais este cientista está imbricado. Pode-se ainda explorar a questão da existência de ideias opostas sobre um tema que convivem no mesmo tempo e espaço: as controvérsias científicas.

Há espaço ainda para discutir o papel do acaso e da criatividade nos empreendimentos científicos. Mesmo que determinadas etapas do desenvolvimento científico tragam respostas inesperadas, estas são desenvolvidas dentro de um contexto histórico-cultural não sendo desta forma as conclusões tiradas tão ao total acaso. Todos os resultados obtidos tem relação com o contexto em que a pesquisa é desenvolvida.

Ainda, é possível perceber que ao centrar a narrativa em uma prática (em nosso caso, experimental) é favorecida a integração curricular de diferentes disciplinas, nas quais poderão ocorrer discussões sobre os processos de produção da ciência e sobre os próprios conceitos em voga, aproximando as práticas científicas, historicamente interdisciplinares, das práticas de sala de aula, onde tal interdisciplinaridade ainda é, muitas vezes, apenas almejada.

Referências Bibliográficas

- BRAGA, M.; GUERRA, A.; & REIS, J.C. (2012) The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biot and Ampère. *Science & Education*, 21(6), 921-934.
- BURKE, P. (2008) *O que é História Cultural?* 2a Ed. Rio de Janeiro: Editora Zahar
- FAZENDA, I. (2002) *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?* 5. Ed. São Paulo: Loyola.
- GALISON, P. (1997) Material Culture, Theoretical Culture, and Delocalization. In: Pestre, D. *Science in the Twentieth Century*. Amsterdam: Harwood.
- IRZIK, G; NOLA, R. (2011) A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607.
- LOPES, C. (2009) *Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica*. Tese de Doutorado em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- McCOMAS, W. (2008) Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- MODY, C. (2015) Scientific practice and science education. *Science Education*, 99(6), 1026-1032.
- SEGRÉ, E. (1987) *Dos raios X aos quarks*. Brasília: Un