

**Uma lacuna na história dos modelos atômicos em livros didáticos:  
John William Nicholson e a astroquímica**

**A gap in the history of the atomic models in didactic books:  
John William Nicholson and the astrochemistry**

**Cesar V. M. Lopes<sup>1</sup>  
Roberto de Andrade Martins<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência – PUCSP; Grupo de História e Teoria da Ciência – UNICAMP; Faculdade de Educação – UFRGS; Área de Educação Química – UFRGS; [cesar.lopes@ufrgs.br](mailto:cesar.lopes@ufrgs.br)

<sup>2</sup>Grupo de História e Teoria da Ciência, Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia, Instituto de Física “Gleb Wataghin”, UNICAMP, [rmartins@ifi.unicamp.br](mailto:rmartins@ifi.unicamp.br)

**Resumo**

As contribuições da Astroquímica, principalmente dos trabalhos de John William Nicholson no desenvolvimento da Teoria Atômica no final do século XIX e início do século XX e análise da inserção dessas temáticas de História da Ciência em livros didáticos de Química Geral da Educação Superior e Ensino Médio.

**Palavras-chave:** teoria atômica; história da ciência; livros didáticos; astroquímica, ensino de ciências.

**Abstract**

Discussion about the contributions of the Astrochemistry, mainly of the papers of John William Nicholson in the development of the Atomic Theory in the end of century XIX and beginning of century XX and analysis of the insertion of this thematic on History of Science in College and High School books of General Chemistry.

**Keywords:** atomic theory; history of science; didactic books; astrochemistry, science education.

Várias pesquisas tem apontado a importância da História e Filosofia da Ciência para o ensino de ciências (Hodson, 1994; Matthews, 1994, Gil Perez, 1993) e na formação de professores; existe um reconhecimento da importância da História da Ciência com um componente importante no processo de alfabetização científica geral da população. Conseqüentemente, os currículos de ciências de muitos países, como o Brasil, têm incorporado recomendações e conteúdos que apontam nesta direção.

No Brasil essas abordagens ainda são incipientes, seja no âmbito da formação de professores seja no âmbito do ensino de ciências na Educação Básica. No caso do ensino de química, tendo como referência os livros textos e pesquisas de investigação em sala de aula, a abordagem histórica, em geral, fica restrita à abordagens ilustrativas, curiosidades e biografias de cientistas.

No caso específico da Química, uma das temáticas mais ilustradas, com fatos históricos, em livros didáticos costuma ser a Teoria Atômica. Essa abordagem histórica é comum em livros da Educação Superior e da Educação Básica. A perspectiva adotada, em geral, é da cronologia dos fatos históricos e da “evolução” dos modelos atômicos, enfatizando o trabalho dos “grandes cientistas”, no caso específico Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Sommerfeld, De Broglie, Planck, Einstein, Heisenberg e Schrödinger (os seis últimos principalmente em livros do ensino superior), sem esquecer as idéias dos filósofos gregos Leucipo e Demócrito, “Essa cronologia é pouco informativa e pouco útil. Serve, apenas, para que o estudante fique conhecendo os nomes de alguns cientistas famosos e tenha uma idéia sobre as épocas (e sobre as seqüências) de determinadas descobertas; mas não facilita o ensino da própria ciência” (Martins, 1990, p.4)

Cabe apontar, também, que os fatos e cientistas apontados têm atuação destacada na área da química, física das partículas e teoria quântica. Não havendo nenhuma menção a fatos e cientistas da astroquímica, que contribuíram de maneira decisiva para o desenvolvimento da Teoria Atômica. No final do século XIX e início do século XX, enquanto a física das partículas avançava na compreensão da estrutura dos átomos “terrestres”, a astroquímica avançava na compreensão da estrutura dos átomos “celestes”. Sendo que elementos como o Hélio foram primeiro identificados na coroa solar, antes do que na Terra. Nesse campo os trabalhos de John William Nicholson são de fundamental importância. Ele construiu uma teoria sobre a constituição da matéria utilizando um modelo nuclear e as idéias quânticas de Planck, antes de Bohr. Nicholson procurou fazer a conexão entre a física, a química e a astrofísica e suas

investigações tiveram como principal instrumental de trabalho a espectroscopia, que forneceu a base empírica para o desenvolvimento de suas teorias.

Para entendermos melhor o trabalho de Nicholson apresentaremos uma breve discussão sobre a importância da espectroscopia para a compreensão da estrutura da matéria e a seguir uma análise da inserção dessa temática em livros textos de Química Geral da Educação Superior e Média

## **ESPECTROSCOPIA**

Desde as investigações de Gustave Robert Kirchhoff e Robert W. Bunsen, com o espectroscópio em 1859, vários trabalhos que procuravam caracterizar elementos por meios espectroscópicos foram desenvolvidos por físicos, químicos e astrônomos. A investigação de espectros levou à descobertas tais como de “Kirchhoff e Bunsen ... descobriram o Césio em 1860; O Rubídio foi detectado por Bunsen no seguinte ano; Crookes descobriu o tálio em 1861; o espectro do índio foi observado primeiramente por Reich e por Richter em 1863.” (DeKosky, 1973. p. 400). Outros trabalhos apontaram para os céus “um dos primeiros artigos de espectroscopia de Kirchhoff, publicado em 1861, foi ‘Sobre a análise química da atmosfera solar’.... no mesmo ano John Tyndall enviou para publicação o artigo ‘As bases físicas da química solar’” (Kragh, 2000. p. 365) Estes, entre outros, começaram a descrever os primeiros passos de novos campos de conhecimento que se construíram nas fronteiras da física, química e astronomia (astrofísica, astroquímica, cosmoquímica). As descobertas nesses campos também começaram “Em 1868 o astrônomo francês Pierre-Jules-César Janssen observou uma linha amarela nova no espectro do Sol que não coincidiu completamente com as duas linhas D do sódio. Norman Lockyer, o astrônomo inglês, apontou que esta linha significava um elemento novo, que ele chamou hélio, apesar do fato de este corpo novo nunca ter sido observado em espectros de uma substância da Terra” (DeKosky, 1973. p.400).

A espectroscopia provocou essa aproximação entre química, física e astronomia desencadeando mudanças nos processos de investigação em ambos os campos, “Então, era a primeira vez que um observatório astronômico começou a adquirir a aparência de um laboratório. Primeiro, baterias liberando gases nocivos foram arranjadas do lado de fora de uma das janelas; [...] prateleiras com bicos de Bunsen, tubos de vácuo, e frascos de produtos químicos [...] revestindo suas paredes. O observatório transformou-se num lugar onde a química terrestre foi levada ao toque direto da química celeste” (Huggins *apud* Kragh, 2000. p.366), e possibilitando a aproximação dessas áreas na investigação da estrutura da matéria.

J. J. Thomson após seus experimentos, em tubos de descarga, de medida das propriedades dos elétrons, apresenta discussões sobre a constituição da matéria a partir de unidades corpusculares primordiais, que fariam parte de toda a matéria conhecida, inclusive estrelas e planetas, e teriam se formado pela gradual agregação dessas unidades fundamentais (Thomson, 1904b). Em 1908, dois pesquisadores britânicos publicaram um artigo que apontava a evolução cósmica dos elementos a partir de unidades primordiais chamadas de corpúsculos (elétrons segundo Thomson) e prótons (nesse período o termo próton ainda não tem o significado que atribuímos hoje) que formariam os átomos (Jessup & Jessup, 1908), trabalho esse que não costuma ser citado na história da Teoria Atômica. Um pouco menos desconhecido que os Jessups, John William Nicholson inicia em 1911 uma série de publicações sobre os espectros da coroa solar e das nebulosas e a constituição da matéria, propondo um modelo atômico nuclear, primeiramente baseado na física clássica e posteriormente avançando para explicações da teoria quântica e que teria a capacidade de unificar as explicações que vinham dos campos da química, da física e da astronomia.

#### **JOHN WILLIAM NICHOLSON (1881 – 1955)**

Nicholson é uma das figuras menos conhecidas na história da Química e da teoria atômica, muito embora suas investigações tenham sido imprescindíveis para o desenvolvimento dos modelos atômicos no início do século XX. Ele nasceu em Darlington, foi um grande matemático e desenvolveu investigações no campo da física e astroquímica. Estudou em Manchester de 1898 a 1901, depois seguiu para o Trinity College em Cambridge, onde obteve doutorado em Matemática e também atuou no laboratório Cavendish, concomitante com a estada de Bohr no mesmo laboratório em Cambridge, e depois na Queen's University em Belfast. Em 1912 assumiu como professor de Matemática na Universidade de Londres – King's College<sup>1</sup>.

Seu primeiro trabalho sobre a estrutura do átomo publicado pela *Royal Astronomical Society* (Nicholson, 1911a) supõe que o átomo é formada por unidades positivas que podem “...existir em distribuições esféricas de pequeno volume e densidade uniforme, cujo raio é pequeno na comparação com o raio de um elétron, uma reversão do ponto de vista mais geralmente aceito. A massa destas unidades positivas é muito grande em comparação com a de um elétron, sendo responsável pela quase totalidade da massa de um átomo. O átomo é chamado “simples” quando contém somente uma unidade positiva e um único anel de elétrons que giram em volta dele.” (*idem*, p. 49) O átomo planetário de Nicholson não é derivado do modelo

---

<sup>1</sup> Para maiores informações sobre a biografia de Nicholson consultar Wilson, 1956.

proposto por Ernest Rutherford (1911) a partir de suas experiências de espalhamento de partículas  $\alpha$ , desenvolvidas em Manchester, mas sim das idéias de Thomson (1904a), que propõe que o átomo é formado por uma esfera de eletrização positiva uniforme, dentro da qual os elétrons se movem em órbitas circulares e também nas idéias de Nagaoka (1904), que propõe o “sistema saturniano” que apresenta uma partícula central carregada positivamente rodeada por anéis de elétrons girando com velocidade angular comum.

Nesse seu primeiro artigo sobre o “nebúlio” - um elemento químico hipotético - presente no espectro nebuloso e também nos artigos imediatamente seguintes sobre o espectro da coroa solar (Nicholson, 1911b, 1912b, 1912d) e também sobre espectros das nebulosas publicados pela *Royal Astronomical Society*, Nicholson pela primeira vez utiliza, com sucesso, um modelo nuclear construído com as idéias advindas da pesquisa em física das partículas, inter-relacionado aos estudos de espectroscopia, possibilitando inclusive a previsão de novas linhas nos espectros nebulares (Nicholson, 1912a, 1912c, 1914e) antes de serem observadas. Nicholson acreditava que as linhas dos espectros eram definidas pelo estado do átomo (neutro ou carregado)<sup>2</sup>, ou seja, para Nicholson o átomo é nuclear e cada distribuição eletrônica corresponde a uma emissão específica no espectro de raios dos átomos.

Em seu segundo artigo sobre a coroa solar (Nicholson, 1912b), pela primeira vez cita a teoria de Planck, considerando que os elétrons têm características de osciladores de Planck e sugerindo que o momento angular do átomo poderia assumir apenas determinados valores “Assim, se a constante  $h$ , de Planck tem, como Sommerfeld tinha sugerido, um significado atômico, ele pode significar que o momento angular de um átomo pode somente aumentar e diminuir em valores discretos quando elétrons saem ou retornam” (*idem*, p. 679) valores que deverão ser múltiplos inteiros de  $h/2\pi$ . Esta hipótese de Nicholson é considerada por Bohr (1913a), conforme citações no próprio artigo, e leva à conclusões muito semelhantes “Em qualquer sistema molecular formado por núcleos positivos e elétrons no qual os núcleos estão em repouso uns em relação aos outros, e no qual os elétrons se movem em órbitas circulares, o momento angular de cada elétron em torno do centro da sua órbita será, no estado permanente do sistema, igual a  $h/2\pi$ , onde  $h$  é a constante de Planck” (Bohr, 1913a, pp.24-25).

Nicholson aprofundou a discussão sobre os espectros do Hidrogênio e do Hélio (Nicholson, 1913b, 1914a, 1914b, 1914f, 1925a, 1925b, 1925c) e também começa a estabelecer diálogo, em seus artigos, com as idéias de Bohr (Nicholson, 1913c, 1914b, 1914c), produzindo críticas “Uma teoria como a de Bohr, a qual descarta a mecânica clássica, não pode ser aplicada

---

<sup>2</sup> Para maiores detalhes da teoria atômica ver Nicholson, 1911c.

com sucesso aos espectros astronômicos que apresentam linhas que ainda não foram reproduzidas em laboratório, e, em sua aplicação aos átomos de H e He terrestres, a razão principal de seu sucesso é a aproximada coincidência entre a constante teórica com a constante de Rydberg para os espectros.” (Nicholson, 1914c, p. 487).

Bohr para chegar à suas conclusões seguiu outro caminho, introduzindo a constante de Planck –  $h$  – pela equação da energia cinética do elétron  $\frac{1}{2} nh\omega$  (onde  $\omega$  é a frequência de revolução do elétron), considerando-o como um oscilador de Planck. Depois Bohr mostrou que isso também é equivalente à equação do momento angular de revolução do elétron  $nh/2\pi$  utilizada por Nicholson. Bohr, em sua Trilogia “Sobre a Constituição e Átomos e Moléculas” (1913a, 1913b, 1913c), partiu de dois pressupostos principais:

- “(1) Que o equilíbrio dinâmico dos sistemas nos estados estacionários pode ser discutido por meio da mecânica ordinária, enquanto a passagem dos sistemas entre diferentes estados estacionários não pode ser tratada nessa base.
- (2) Que este último processo é seguido pela emissão de uma radiação *homogênea*, para a qual a relação entre a frequência e a quantidade de energia emitida é a dada pela teoria de Planck.” (Bohr, 1913a, p. 7)

Investigando a construção Trilogia de Bohr é possível identificar que antes de 1913 ele já possuía sua teoria construída, baseada no modelo nuclear de Rutherford e na quantização de Planck, conforme manuscrito enviado por Bohr a Rutherford em meados de 1912 (Rosenfeld, 1981) que abordava questões da estrutura dos átomos, das leis periódicas e da formação de moléculas, todavia faltava algo para Bohr - uma base empírica, o que só aconteceu após Bohr tomar a decisão de utilizar os espectros elementares, que já vinham sendo utilizados por Nicholson. Ou seja, o ponto de partida de Bohr é diferente de Nicholson, mas ao longo de seus artigos passou a considerar a constância do momento angular dos elétrons como hipótese principal. É muito provável que os trabalhos de Nicholson sobre os espectros da coroa solar e de nebulosas tenham sido fundamentais para a construção da base empírica que Bohr procurava, uma vez que o primeiro artigo apresenta uma grande ênfase na explicação dos dados espectroscópicos.

## **LIVROS DIDÁTICOS**

O livro didático é um dos principais recursos usados por professores e alunos no processo educacional, seja porque o professor pode utilizá-lo para selecionar, organizar ou desenvolver os conteúdos de seu curso e de suas aulas, seja porque o aluno pode tomar contato

com os exercícios, os problemas ou as atividades abordadas na apresentação ou revisão dos conteúdos. No caso de conteúdos de História da Ciência, o livro didático pode ser a única fonte de informação disponível para o professor. Assim é de fundamental importância que ultrapassemos a perspectiva exclusivamente biográfica, descontextualizada de seus momentos históricos, culturais e do desenvolvimento da ciência em cada época, evitando incorrer em equívocos conceituais e históricos (Samrsla, Loguercio e Del Pino, 1998; Samrsla, Loguercio e Del Pino, 2001; Cachapuz & Campos, 1997).

### **Livros Didáticos do Ensino Médio**

Analisamos cinco livros de Química para o Ensino Médio indicados no PNLD (Plano Nacional do Livro Didático) do Ministério da Educação e que estão listados na bibliografia final. Todos apresentam uma abordagem histórica da Teoria Atômica, integradas aos textos ou em caixas de textos. Todavia é predominante a perspectiva biográfica e de linearidade no desenvolvimento da Teoria Atômica, ou seja, uma cronologia de fatos e cientistas que procura construir uma seqüência de progresso entre os diferentes modelos, desconsiderando os debates científicos, as discontinuidades epistemológicas, as contribuições dos diversos campos da ciência e da tecnologia e a complexidade dos contextos históricos. Aqui destacamos apenas um aspecto da contribuição dos diversos campos do conhecimento: nenhum dos livros cita as pesquisas desenvolvidas no campo da astroquímica, assim como também não há sequer uma citação dos trabalhos desenvolvidos por John William Nicholson.

### **Livros Didáticos da Educação Superior**

Analisamos cinco livros de Química Geral Superior normalmente utilizados nas disciplinas de Química Geral em diversos cursos universitários. Cabe destacar que todos são traduções para a língua portuguesa de edições estadunidenses. Todos apresentam uma abordagem histórica do desenvolvimento dos modelos atômicos começando essa discussão com os trabalhos de John Dalton e chegando aos modelos da mecânica quântica. É comum a todos eles abordar a importância da espectroscopia no desenvolvimento desses modelos, todavia apenas um aponta seu uso na astroquímica “Os espectros de absorção são usados pelos astrônomos para identificar elementos na superfície das estrelas” (Atkins & Jones, 2006) mas nenhum deles faz referência à importância dessa área no desenvolvimento da Teoria Atômica, e os trabalhos de Nicholson não são citados em nenhum dos livros consultados.

Assim como os livros didáticos não apresentam as contribuições da astroquímica, no desenvolvimento das teorias atômicas no final do século XIX e início do século XX, a pesquisa em História da Ciência também tem dedicado pouca atenção a esses trabalhos, principalmente às contribuições de John William Nicholson<sup>3</sup>.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à CAPES e à UFRGS por apoiar o trabalho de Cesar Valmor Machado Lopes através de uma bolsa do PICDT-UFRGS.

#### **COLEÇÃO DE LIVROS DO ENSINO SUPERIOR**

Atkins, Peter & Jones, Loretta. *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. (tradução da 3ª edição estadunidense de 2005)

Kotz, John & Treichel Jr, Paul M. *Química Geral e Reações Químicas*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. (tradução da 5ª edição estadunidense de 2003)

Brady, James E. & Humiston, Gerard E. *Química Geral*. V.1. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986 (tradução da edição estadunidense de 1982)

Brady, James; Russel, Joel & Holum, John. *Química: a Matéria e suas Transformações*. 3.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. (tradução da edição estadunidense de 2000)

Russel, John. *Química Geral*. V.1. 2 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1994. (tradução da edição estadunidense de 1992)

#### **COLEÇÃO DE LIVROS DO ENSINO MÉDIO**

Bianchi, J.C.; Abrecht, C.H. & Maia, D.J. *Universo da Química*. 1.ed. São Paulo: FTD, 2005.

Canto, E. L. & Peruzzo, F.M. *Química na Abordagem do Cotidiano*. V.1. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

Feltre, R. *Química*. V.1. 6.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

Mortimer, E.F. & Machado, A.H. *Química*. 1.ed. São Paulo: Scipione, 2005.

Nóbrega, O.S.; Silva, E.R. & Silva, R.H. *Química*. 1.ed. São Paulo: Ática, 2005.

#### **REFERÊNCIAS**

Bohr, Niels. On the constitution of atoms and molecules. *Philosophical Magazine*, série 6, v.26, n.151, pp.1-25, jul. 1913a.

Bohr, Niels. On the constitution of atoms and molecules. Part II. *Philosophical Magazine*, série 6, v.26, n.153, pp.476-502, set. 1913b.

---

<sup>3</sup>Foram encontrados poucos artigos que abordam o modelo atômico de Nicholson: McCormach, 1966; Heilbron e Kuhn, 1969.



Bohr, Niels. On the constitution of atoms and molecules. Part III. *Philosophical Magazine*, série 6, v.26, n.155, pp.857-875, nov. 1913c.

Bohr, N. spectra of H and He. *Nature*, 95, pp.6-7, 4 março, 1915.

Cachapuz, A. & campos, C. Imagens de ciências em manuais de química portugueses. *Química Nova na Escola*, n.6, p. 23-29, 1997.

DeKosky, Robert K. Spectroscopy and the Elements in the Late Nineteenth Century: The Work of Sir William Crookes. *The British Journal for the History of Science*, v.6, n.24, pp. 400-423, dez. 1973.

El'yashevich, M.A. Niels Bohr's Development of the Quantum Theory of the Atom and the Correspondence Principle (his 1912-1923 work in Atomic Physics and its Significance). *Soviet Physics Uspekhi*, v.28, n.10, pp.879-909, outubro 1985.

Gil Perez, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza-Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v.11, n.2, pp. 197-212, 1993.

Heilbron, J. L.; Kuhn, T. The Genesis of the Bohr Atom. *Historical Studies in the Physical Sciences*, v.1, pp. 211-290, 1969.

Heilbron, J. L. Rutherford-Bohr atom. *American Journal of Physics*, v.49, n.3, pp. 223-231, março 1981.

Hodson. D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 12., n. 3, pp. 299-313, 1994.

Jessup, A.C. & Jessup, A.E. The Evolution and Devolution of the elements. *Philosophical Magazine*, série 6, v.15, pp.21-54, 1908.

Kragh, Helge. The Chemistry of the Universe: Historical Roots of Modern Cosmochemistry. *Annals of Science*, v.57, pp.353-368, 2000.

Martins, Roberto A. Sobre o Papel da História da Ciência no Ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 9, pp. 3-5, 1990.

Mathews, M. R. Historia, Filosofía e Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, v.12, n.2, pp. 255-277, 1994.

McCormmach, Russel. The Atomic Theory of John William Nicholson. *Archive for History of Exact Sciences*, v.3, pp.161-184, 1966.

Nagaoka, H. Kinetics of a system of particles illustrating the line and the band spectrum and the phenomena of radioactivity. *Philosophical Magazine*, série 6, v.7, n.41, pp.445-455, maio 1904.

Nicholson, J.W. The Spectrum of Nebulium. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.72, n.1, pp.49-64, nov. 1911a.

Nicholson, J.W. Constitution of Solar Corona. I.: Protofluorine. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.72, n.2, pp.139-150, dez. 1911b.

Nicholson, J.W. A Structural Theory of the Chemical Elements. *Philosophical Magazine*, série 6, v.22, pp.864-889, 1911c.

Nicholson, J.W. Constitution of the Ring Nebula in Lyra (N.G.C. 6720)". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.72, n.3, pp. 176-177, jan. 1912a.

Nicholson, J.W. Constitution of solar corona. II. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.72, n.8, pp. 677-692, jun. 1912b.

- Nicholson, J.W. "On the New Nebular Line at  $\lambda$  4353." *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.72, n.8, p693, jun. 1912c.
- Nicholson, J.W. Constitution of solar corona. III. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.72, sup., pp.729-739, 1912d.
- Nicholson, J.W. The Physical Interpretation of the Spectrum of the Corona. *The Observatory*, v.58, pp.103-112, fev. 1913a.
- Nicholson, J.W. A Possible Extension of Spectrum of Hydrogen. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.73, n.5, pp. 382-385, março 1913b.
- Nicholson, J.W. The Spectra of Wolf-Rayet Stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.74, n.2, pp.118-131, dez. 1913c.
- Nicholson, J.W. Hydrogen and the Primary Constituents of Nebulae. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.74, n.3, pp.204-214, jan. 1914a.
- Nicholson, J.W. The Spectra of Hydrogen and Helium. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.74, n.5, pp.425-442, março 1914b.
- Nicholson, J.W. The Constitution of Nebulae. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.74, n.6, pp. 486-506, abril 1914c.
- Nicholson, J.W. Atomic Structure and high-frequency spectra. *Philosophical Magazine*, série 6, v.27, pp.541-564, abril 1914d.
- Nicholson, J.W. On the nebular line  $\lambda$  3729. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.74, n.7, pp.623-628, maio 1914e.
- Nicholson, J.W. Atomic Structure and Helium Spectrum. *Philosophical Magazine*, série 6, v.28, n.163, pp. 90-103, jul. 1914f.
- Nicholson, J.W. Laws of Series Spectra. *Proceedings of The Royal Society*, v.91, n.628, pp.255-272, abril 1915.
- Nicholson, J.W. The Nature of the Coronium Atom. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.76, n.5, pp. 415-418, março 1916a.
- Nicholson, J.W. The Nature of the Solar Corona. *The Observatory*, v.502, pp.308-312, jul. 1916b.
- Nicholson, J.W. The Atomic Weights of the Elements in Nebulae. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.78, n.5, pp. 349-362, março 1918.
- Nicholson, J.W. On Continuous Hydrogen Radiation in Celestial Spectra. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.85, n.3, pp.253-256, jan. 1925a.
- Nicholson, J.W. The Secondary Spectrum of Hydrogen. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.85, n.5, pp.449-464, março 1925b.
- Nicholson, J.W. A Hydrogen Spectrum of Constant Frequency-difference. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v.85, n.7, pp.656-659, maio 1925c.
- Rosenfeld, L. (ed.) *Niels Bohr Collected Works. V.2. Work on Atomic Physics (1912-1917)*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1981.
- Rutherford, E. The scattering of  $\alpha$  and  $\beta$  particles by Matter and the Structure of the Atom. *Philosophical Magazine*, série 6, v. 21, pp.669-688, maio 1911.
- Samrslá, V.; Loguercio, R. & Del Pino, J.C. Livros textos de química: análise na realidade dos docentes. *Tecnológica*, v. 2, n. 2. p. 55-64, 1998.

Samrsla, V.; Loguercio, R. & Del Pino, J.C. Uma leitura de livros didáticos de química. *Espaços da Escola*. n. 40, p. 53-68, 2001.

Thomson, J.J. On the structure of atom: an investigation of the stability and periods of oscillation of a number of corpuscles arranged at equal intervals around the circumference of a circle; with application of the results to the theory of atomic structure. *Philosophical Magazine*, série 6, v.7, n. 39, pp.237-265, março 1904a.

Thomson, J.J. *Electricity and Matter*. Nova Iorque: Charles Scribner's Sons, 1904b.

Wilson, Wm. John William Nicholson. *Biographical Memoirs of Fellows of The Royal Society*, v.2, pp.209-214, nov. 1956.