

A “INVENÇÃO” DO ÁTOMO: REPRESENTAÇÕES CORPUSCULARES NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA NO BRASIL – 1931/1942

Reginaldo Alberto Meloni, Hélio Elael Bonini Viana
Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema
meloni@unifesp.br, hebviana@unifesp.br

RESUMO: Na década de trinta do século XX os manuais de ensino de Química para a educação secundária no Brasil passaram a enfatizar aos conceitos atomísticos. Neste texto, serão apresentados os resultados da análise das representações de átomo e da estrutura da matéria presentes nesses manuais no período de 1931 a 1942. Esse período se justifica em função da ocorrência de dois movimentos distintos: o que propunha mudanças na interpretação do átomo e o que rediscutia o caráter da educação em ciências. As análises das imagens foram feitas tendo como base a semiótica de Pierce e os resultados apontam para uma predominância do caráter icônico desses signos e indicam que as abordagens sobre o átomo foram mais influenciadas pelo desenvolvimento da ciência do que pelos movimentos educacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Representação do átomo. Ensino de Química. Imagens em manuais.

OBJETIVOS: Neste trabalho serão analisadas as representações de átomo e de estrutura da matéria nos manuais de ensino de Química no Brasil, no período de 1931 a 1942, a partir das imagens presentes nesses materiais.

QUADRO TEÓRICO

Até o final do século XIX o ensino de Química no nível secundário, no Brasil, se concentrava nos aspectos operacionais que descreviam a síntese e as propriedades da matéria. Nesse período as características dos átomos ainda não eram discutidas nesse nível de ensino e, na linguagem atual, se pode dizer que os manuais utilizavam o conceito de átomo com a finalidade de explicar os fenômenos macroscópicos.

O atomismo só ganhou força no ensino secundário quando as discussões sobre o átomo concluíram pela aceitação da sua realidade física e as pesquisas realizadas nas primeiras décadas do século XX começaram a apontar a constituição e as propriedades dessas partículas. Assim, estudos sobre os livros didáticos afirmam que nos anos de 1930 ocorreu uma transformação nas abordagens da composição da matéria (Mortimer, 1988). Nesse período, além das considerações sobre a história da proposição do átomo e do uso desse conceito para a explicação dos fenômenos, os manuais passaram a enfatizar

as explicações da composição das substâncias e a valorizar os conceitos atomísticos (Mortimer, 1988, p. 30). Essa mudança nas abordagens dos livros didáticos de Química se desenvolveu no período em que ocorriam dois movimentos distintos. Por um lado havia, no Brasil, um intenso debate sobre as finalidades da educação que colocaram em confronto as concepções de formação excessivamente literária e o movimento chamado de Escola Nova que defendia que a educação deveria ser modificada “imprimindo à nossa cultura um caráter eminentemente científico e técnico e vinculando a escola ao meio social produtivo [...]” (Saviani, 2007, p. 247) organizando-a no sentido de “tirá-la das abstrações e impregná-la da vida em todas as suas manifestações” (Saviani, 2007, p. 244).

Por outro lado, nesse momento a Química começou a ter uma influência forte da Física e temas mais abstratos como o átomo e a estrutura da matéria estavam no centro das atenções. Para se entender este processo é primordial compreender alguns aspectos da construção da teoria quântica e o modo peculiar como os químicos a interpretaram.

Até o começo do século XX, a hipótese atômica ainda não era amplamente aceita dentro da comunidade científica e o modelo atômico mais empregado para as explicações de fenômenos naturais era o de Dalton (Nye, 1984). Nesse contexto, estudos desenvolvidos a partir da segunda metade do século XIX - radioatividade, raios catódicos, espectroscopia, elétrons, valência e efeito Zeeman – possibilitaram o surgimento de modelos atômicos que incorporavam cargas elétricas e seus arranjos no átomo, como os modelos de Thomson, Rutherford, Nagaoka, Nicholson e Bohr (Lopes, 2009). Enquanto os demais modelos propunham um núcleo positivo e anéis interiores com mais elétrons que os exteriores, J.J. Thomson (1856-1940), em face da estabilidade termodinâmica, admitiu a existência de,

[...] uma esfera com carga positiva e uniforme, e dentro dessa esfera um número de corpúsculos dispostos em uma série de anéis paralelos. O número de corpúsculos em um anel varia de anel para anel: cada corpúsculo está viajando com alta velocidade em torno da circunferência do anel em que está situado, e os anéis estão organizados de forma que aqueles com grande número de corpúsculos estão mais próximos da superfície da esfera, ao passo que aqueles com um menor número de corpúsculos estão mais próximos do interior. (Thomson, 1904, p. 254-255).

Vale destacar aqui a importância dos espectros elementares para a Química. As descobertas nesse campo ocorreram a partir da década de 1840 com as investigações de Gustav Kirchhoff (1824-1887) e Robert Bunsen (1811-1899) – em 1861 Kirchhoff publicou um trabalho contendo uma análise química da atmosfera solar. No tocante à matematização das linhas espectrais na segunda metade do século XIX, destacaram-se os trabalhos de Johann Balmer (1825-1898) e Johannes Rydberg (1854-1919). Este último propôs que o espectro de um elemento é constituído pela sobreposição de três tipos de séries (principal, difusa e sharp) e também ajustou a fórmula de Balmer, usada na determinação de comprimentos de ondas associados ao espectro do hidrogênio, para uma expressão mais geral que foi utilizada na construção de modelos atômicos.

O termo quantum, do latim quantum – unidade mínima, indivisível –, foi empregado pela primeira vez por Max Planck (1858-1947) em 1900 em um trabalho que descreveu uma equação para o espectro luminoso de corpos aquecidos (o espectro de corpo negro) sem, no entanto, justificá-la teoricamente. No bojo destas pesquisas, Albert Einstein (1879-1955) e Walter Nernst (1864-1941) tornaram factível a hipótese da quantificação da energia por intermédio de cálculos de calores específicos próximo do zero absoluto. Na década seguinte, após o Congresso de Solvay (1911), a teoria quântica alcançou um número maior de interessados (Pessoa Jr., 2003). Nesse cenário, Niels Bohr construiu sua teoria quântica articulando os modelos atômicos mais recentes com a quantização: os elétrons possuiriam movimentos restritos a órbitas com momentos angulares múltiplos da constante de Planck (h). Assim, as linhas de emissão do átomo de hidrogênio poderiam, em um primeiro momento, ser explicadas pelas transições dos elétrons entre as órbitas (Pessoa Jr., 2003).

Em 1926, Erwin Schrödinger (1887-1961) divulgou a sua equação de onda a qual está fundamentada no fato de cada elétron poder ocupar todo espaço em torno do núcleo. Foi criada assim a mecânica quântica ondulatória. Na mesma época, Werner Heisenberg (1901-1967), juntamente com outros físicos como Paul Dirac (1902-1984), desenvolveu uma teoria quântica pautada no cálculo matricial, sem considerar modelos sobre a estrutura atômica. Vale ainda ressaltar que nesses anos – 1924, mais precisamente – Wolfgang Pauli (1900-1958) introduziu os conceitos de número quântico de spin e do Princípio da Exclusão (Freire Jr., Pessoa Jr. y Brumberg, 2010). Nas proximidades dos anos 1930 as duas linhas de pesquisa da teoria quântica foram unidas por intermédio de trabalhos como os de Max Born (1882-1970), isso apenas cerca de duas décadas depois que ocorreram dissidências provenientes de discordâncias acerca dos fundamentos da mecânica quântica (Freire Jr., 2014). Dentre outras contribuições, Born interpretou a função de onda a partir da probabilidade associada ao quadrado do módulo da função de onda (Freire Jr., Pessoa Jr. y Brumberg, 2010).

No que tange à Química nesse período, é importante ressaltar que o arcabouço teórico da mecânica quântica foi assimilado de uma maneira peculiar pelos químicos: a química quântica foi construída tendo como foco uma única vertente da física quântica: a mecânica ondulatória. De acordo com Isquierdo-Aymerich e Adúriz-Bravo (2009), Linus Pauling teve um papel de destaque nesse processo, introduzindo em sua obra o termo hibridização para a explicação de algumas ligações químicas. Com isso os livros de Química passaram a ser mais teóricos do que descritivos, buscando justificativas para as diferentes leis, tais como a lei periódica (Isquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2009).

Diante desse quadro, o que definiu a nova forma de abordagem dos temas átomo e estrutura da matéria no currículo de ensino de Química no Brasil? Como a matéria e os átomos foram representados e quais concepções prevaleceram nos livros didáticos? Quais finalidades eram perseguidas com essas novas representações?

METODOLOGIA

Para investigar esse tema foram consultadas, nos manuais de ensino publicados no período entre a Reforma Francisco Campos (Decreto n.19.890, de 18 de abril de 1931) e a Reforma Capanema (Decreto-lei n.4.244 de 9 de abril de 1942), as representações de matéria, átomo e partículas subatômicas. Dos oito manuais investigados, os três listados a seguir estavam dentro dos critérios: CORIOLANO, M. Martins. (1936) *Química didáctica*. São Paulo: Companhia Editora Nacional; LEÃO, Arnaldo Carneiro (1936). *Química. Iniciação ao estudo dos fenômenos químicos*. São Paulo: Companhia Editora Nacional; PUIG, Padre Ignácio (1935). *Curso Geral de Química*. Porto Alegre: Edição da livraria do Globo.

A análise das imagens foi feita de acordo com a teoria semiótica de Pierce que considera que toda imagem que representa um objeto chega à mente produzindo um signo (Santaella, 2012). O signo em sua relação com o objeto pode ser de três tipos: um ícone, quando o signo é semelhante ao objeto; um índice quando o signo é afetado diretamente pelo objeto que representa e um símbolo, quando o signo representa o objeto por convenções (Pierce, 1993).

RESULTADOS

Uma primeira observação é a de que a maioria dos livros didáticos consultados não traz nenhuma representação da composição da matéria ou do átomo. Das oito obras consultadas, apenas três contém imagens. O manual do Padre Puig (1935) apresenta a representação de como seria a estrutura da matéria (Figura 1).

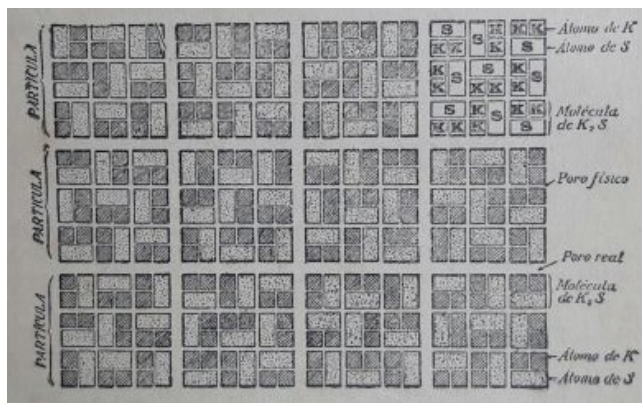


Fig. 1. Representação da constituição da matéria. *Fonte:* Curso Geral de Química de Padre Ignácio Puig (1935, p.8).

A obra de Coriolano (1936) mostra representações da estrutura da matéria e do átomo (Figuras 2 e 3).

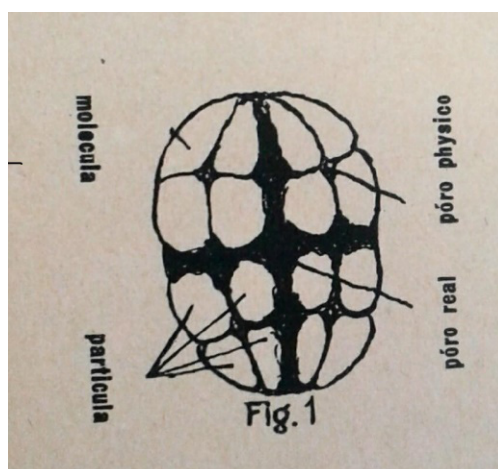


Fig. 2. Representação das partículas de um corpo. *Fonte:* Chimica didactica de Coriolano M. Martins (1936, p. 27).

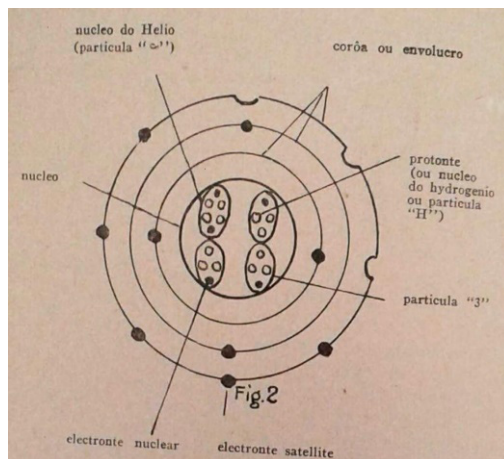


Fig. 3. Representação do átomo. *Fonte:* Química didactica de Coriolano M. Martins (1936, p.28).

E a obra de Arnaldo Carneiro Leão (1936) mostra apenas como seriam os átomos individualmente (Figura 4).

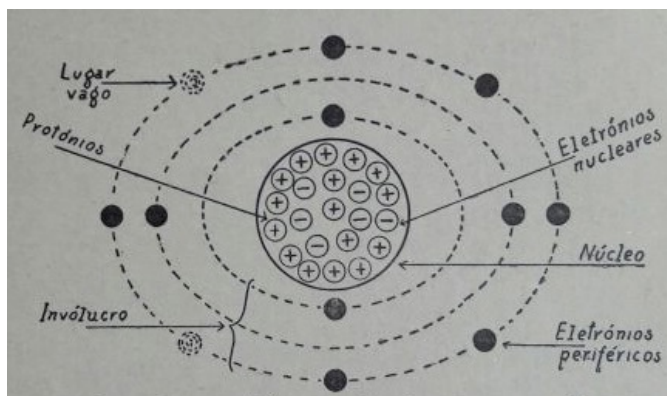


Fig. 4. Representação do átomo. *Fonte:* Química de Arnaldo Carneiro Leão (1936, p. 22).

Nas representações da composição da matéria presentes nas duas primeiras obras foram destacados os espaços vazios. Nas obras de Puig e Coriolano há descrições da matéria indicando que ela é formada por muitas partículas que, por sua vez, são formadas por moléculas e estas por átomos. Os espaços existentes entre as partículas são denominados “poros reais” e os espaços entre as moléculas de “poros físicos”. Os átomos são descritos como partículas constitutivas das moléculas (Figuras 1 e 2).

Na obra de Coriolano e, especialmente, na de Leão os átomos começaram a ser descritos isoladamente em suas características estruturais e não como parte da estrutura da matéria. Nesses casos, os átomos são representados com núcleos contendo cargas positivas chamadas “protontes” e partículas negativas denominadas “electrontes nucleares” e “coroas ou envólucros” nas quais se situam os “eletrônicos periféricos” (Leão, p. 22) ou “electronte satellite” (Coriolano, p.28).

Nestas imagens não há qualquer menção ao fato de ser uma suposição, mas, pelo contrário, há uma explicação na qual se sugere que o desenho demonstra a realidade da natureza: “A porção central (o

núcleo) é formada, como se vê no esquema acima (fig.1) [Figura 4 neste texto], por vários corpúsculos de carga elétrica positiva (+);...” (Leão, 1936, p.22).

De acordo com a semiótica de Pierce, percebe-se que as representações dos átomos tinham um caráter predominantemente icônico, pois se pretendia que o signo fosse semelhante ao objeto (Pierce, 1993). Nesse sentido, o uso das imagens está de acordo com a ideia de que as representações tinham um viés realista (Pessoa Jr., 2007), como já foi dito acima. Ou seja, ao inserir as imagens nos manuais, pretendia-se representar a realidade física, tal qual ela supostamente existia.

A conotação realista também pode ser observada quando os autores representam o “lugar vago” deixado pela saída de um elétron (Leão, 1936, p. 22) ou a “coroa ou envolucro” (Coriolano, 1936, p. 28) do núcleo atômico sem qualquer consideração sobre o uso da imagem como representação. É notório que durante o processo de transposição didática os autores buscaram analogias com o macroscópico com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, sem, no entanto, explicar que as representações deveriam ser consideradas como modelos.

É interessante notar como um conteúdo conceitual abstrato ganhou destaque em uma obra (Leão, 1936) que foi identificada por Mortimer (1988) como tendo as “cores da escola nova” (p. 39), que era justamente um movimento que valorizava a educação ativa em contraposição ao ensino livresco, pautado pela reprodução do livro didático.

É certo que nos anos trinta o conhecimento sobre o átomo e as partículas subatômicas era muito maior do que era apresentado nos manuais. Enquanto nessa época se discutiam questões ligadas à teoria quântica, as representações dos átomos ainda se prendiam às ideias clássicas, sejam elas de partículas indivisíveis ou de um sistema planetário contendo os elétrons nas órbitas.

No que tange às denominações “poros reais” e “poros físicos”, podemos inferir que estas são possivelmente oriundas de uma peculiar interpretação construída no Brasil ao longo do século XIX, apesar dos livros desse período não fazerem uso de representações. Para exemplificar a maneira como algumas obras desse período abordavam essa temática, em uma passagem do seu livro, o frei Custódio Alves Serrão admite que “... não se conhece corpo algum em qualquer circunstância em que se ache, onde as partes materiais não ocupem lugar menor do que os seus interstícios” (Serrão, 1833, apud Filgueiras, 2015, p.253).

CONCLUSÕES

A análise das imagens dos átomos e da estrutura da matéria nos manuais revela um processo de construção curricular que pretendia apresentar as teorias científicas como expressão da realidade física e não como modelo explicativo. Considerando apenas as imagens, percebe-se que o currículo do ensino de Química se distanciou das proposições da Escola Nova ao tratar o tema átomo/atomismo de forma abstrata e livresca. Apesar disso, verifica-se também que esse tema não acompanhou o que ocorria na comunidade científica, uma vez que a abordagem se mantém defasada e baseada em categorias estranhas à discussão sobre o átomo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BRASIL. *Decreto n.19.890, de 18 de abril de 1931*. Dispõe sobre a organização do ensino secundário. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19890-18-abril-1931-504631-publicacaooriginal-141245-pe.html>. Acesso em: 25/10/2016.
- *Decreto-lei n.4.244 de 9 de abril de 1942*. Lei orgânica do ensino secundário. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-4244-9-abril-1942-414155-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 25/10/2016.

- FILGUEIRAS, C. A. L. (2015). *Origens da Química no Brasil*. Campinas: Ed.Unicamp.
- FREIRE Jr., O. (2014). *The Quantum Dissidents: rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)*. New York.
- FREIRE Jr., O.; PESSOA Jr., O. y BRUMBERG, J.L. (2010). *Teoria Quântica - Estudos Históricos e Implicações Culturais*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- IZQUIERDO-AYMERICH, M. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2009). Physical Construction of the Chemical Atom: Is it Convenient to Go All the Way Back? *Science & Education*, 18, 443-455.
- LOPES, C.V. (2009). *Os modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica*. Doutorado em História da Ciência. São Paulo, Pontífice Universidade Católica.
- MORTIMER, E.F. (1988). A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. *Em Aberto*, 40, 25-41.
- NYE, M.J. (1984). *The Question of the Atom. From the Karlsruhe Congress to the First Solvay Conference 1860-1911*. Maryland: American Institute of Physics.
- PIERCE, C. S. (1993). *Semiótica e Filosofia*. São Paulo: Cultrix.
- PESSOA Jr., O. (2003). *Conceitos de física quântica*. São Paulo: Livraria da Física.
- SANTAELLA, L. (2012). *O que é semiótica*. São Paulo: Brasiliense.
- SAVIANI, D. (2007). *História das ideias pedagógicas no Brasil*. Campinas: Autores Associados.
- THOMSON, J.J. (1904). 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*, 7(6), 237-265.

