ISSN: 2358-8829

CONCEPÇÕES DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA ACERCA DA TRANSIÇÃO DO MODELO NUCLEAR DE RUTHERFORD PARA O ATUAL MODELO MECÂNICO QUÂNTICO

Luzia Elizineide Ferreira Baracho [1]

INTRODUÇÃO

Os modelos atômicos não foram algo que surgiu do nada ou pronto. Eles foram construídos ao longo da história, desde as ideias iniciais sobre o que era o átomo até os modelos estabelecidos nos séculos XIX e XX. Essa trajetória envolve concepções fundamentais, como a de Dalton, por exemplo, ele definia o átomo como uma esfera maciça e indivisível.

Depois veio Thomson que rompeu com essa ideia ao descobrir o elétron, evidenciando que o átomo possuía partículas negativas. Como aponta Chassot (2004), a ciência deve ser entendida como uma construção humana, fruto de um contexto histórico e social. A estrutura da matéria passou por várias modificações, se aprimorando e melhorando com o decorrer do tempo, visto que a ciência se esforça para explicar o que o modelo anterior não conseguia.

Essa compreensão da ciência como uma construção histórica também é discutida por Gil-Pérez et al. (2001), que destacam a importância de superar visões simplificadas sobre o trabalho científico. Nessa perspectiva, a evolução dos modelos atômicos permite compreender que o conhecimento científico não se desenvolve de maneira isolada ou definitiva, mas envolve investigações, questionamentos e reformulações das explicações existentes.

Um dos pontos mais complexos dessa evolução é a transição do modelo nuclear, proposto por Ernest Rutherford, para o atual modelo mecânico-quântico. Essa mudança não aconteceu de forma repentina, pois, entre essas duas concepções, foram

[1] Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Rio Grande do Norte - IFRN, luziaelizineideferreirabaracho@gmail.com

ISSN: 2358-8829

desenvolvidos outros modelos que contribuíram para a compreensão da estrutura atômica, como os de Bohr e Sommerfeld. Conforme explicam Atkins, Jones e Laverman (2018), Bohr propôs que os elétrons ocupam níveis específicos de energia ao redor do núcleo.

Essa proposta contribuiu para explicar a estabilidade do átomo de hidrogênio, uma das limitações do modelo de Rutherford, segundo o qual, pela física clássica, o elétron em movimento acelerado deveria emitir energia e perder estabilidade. Posteriormente, Sommerfeld ampliou o modelo de Bohr ao introduzir órbitas elípticas e aperfeiçoar a descrição dos níveis de energia, contribuindo para o desenvolvimento das ideias relacionadas aos subníveis energéticos.

Essas contribuições, somadas aos avanços da física quântica, foram importantes para a construção do modelo mecânico-quântico, desenvolvido a partir dos trabalhos de cientistas como Erwin Schrödinger e Werner Heisenberg, além das contribuições de outros pesquisadores.

Nesse processo, a hipótese de quantização da energia, proposta por Max Planck, também desempenhou um papel fundamental, ao contribuir para a superação de limitações da física clássica e para o desenvolvimento de novas explicações sobre o comportamento dos elétrons.

Para quem cursa licenciatura em Química, entender essa mudança é essencial. O modelo quântico surgiu da necessidade de superar lacunas da física clássica, evidenciando que o saber científico encontra-se em constante processo de desenvolvimento.

Quando o licenciando percebe que a ciência é uma construção histórica, ele consegue evitar a simples memorização de fórmulas e focar na real compreensão dos fenômenos. Essa visão é fundamental, pois auxilia na criação de práticas pedagógicas que apresentam o átomo como uma construção de saberes, e não como um conceito imutável.

Dada a relevância desse tema, compreender como os alunos de licenciatura em Química interpretam a transição do modelo nuclear para o mecânico-quântico permite refletir sobre aspectos centrais de sua formação. Essas mudanças não implicam apenas avanços conceituais, mas também uma reformulação dos princípios que orientavam a compreensão da matéria.

ISSN: 2358-8829

A partir disso, este estudo tem como foco principal identificar e analisar como alunos de licenciatura em Química compreendem a transformação entre o modelo nuclear de Rutherford e o modelo mecânico-quântico. O objetivo é entender como eles interpretam esse percurso e quais pontos consideram mais importantes para a sua futura atuação como docentes.

METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, uma vez que busca compreender as concepções de licenciandos em Química acerca da transição do modelo nuclear de Rutherford para o modelo mecânico-quântico. Esse tipo de abordagem permite analisar os significados atribuídos pelos participantes, considerando suas interpretações, compreensões e formas de apresentar seus conhecimentos científicos.

Quanto ao tipo de pesquisa, caracteriza-se como descritiva, pois tem como objetivo identificar e analisar os entendimentos dos estudantes em relação à evolução dos modelos atômicos, observando como compreendem as transformações conceituais ocorridas ao longo do desenvolvimento da ciência.

Dessa forma, o estudo não se limita à verificação do conhecimento conceitual, mas busca compreender como os participantes interpretam a transição do modelo de Rutherford para o modelo mecânico-quântico e as mudanças conceituais envolvidas nesse percurso.

O público-alvo desta pesquisa foi constituído por estudantes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Ipanguaçu. Participaram da pesquisa estudantes que, se encontravam em diferentes períodos do curso, sendo metade deles matriculados no quinto período e os demais distribuídos entre o terceiro, quarto, sexto e oitavo períodos.

A participação de estudantes de diferentes períodos possibilitou reunir diferentes compreensões acerca dos modelos atômicos, com foco principal na transição do modelo nuclear de Rutherford para o modelo mecânico-quântico. Para a coleta de dados, foi utilizado um questionário elaborado por meio da plataforma Google Forms.

ISSN: 2358-8829

O questionário foi composto por uma questão inicial voltada à identificação do período em que os estudantes se encontravam e por questões abertas relacionadas aos modelos atômicos e à transição do modelo nuclear de Rutherford para o atual modelo mecânico-quântico.

A escolha por questões abertas teve como finalidade possibilitar maior liberdade para que os participantes pudessem expressar seus conhecimentos científicos sobre o assunto, sem a influência de alternativas previamente estabelecidas.

Dessa forma, foi possível analisar as concepções apresentadas pelos licenciandos, considerando suas diferentes formas de compreender e interpretar os conhecimentos relacionados ao tema, que constitui o foco principal desta pesquisa. Para a aplicação do questionário, foi enviado aos estudantes de forma individual, um link do Google Forms.

A aplicação aconteceu durante o período de férias da instituição, de modo que os estudantes pudessem responder às questões individualmente e no seu próprio tempo. O questionário permaneceu disponível por aproximadamente uma semana para a coleta das respostas.

A escolha por participantes de diferentes períodos buscou reunir estudantes com diferentes momentos de contato com os conteúdos sobre modelos atômicos, levando em consideração que alguns haviam estudado o tema mais recentemente, enquanto outros já estavam em períodos mais avançados do curso. Essa diversidade possibilitou identificar diferentes visões sobre a transição do modelo nuclear de Rutherford para o modelo mecânico-quântico.

Após o período de aplicação, as respostas foram coletadas, organizadas e analisadas de forma qualitativa, considerando as diferentes concepções apresentadas pelos estudantes em relação aos modelos atômicos. Conforme Minayo (2012), a análise qualitativa envolve processos de compreensão e interpretação dos dados, buscando atribuir sentido às informações obtidas em relação ao objeto investigado.

Com base nessa perspectiva, inicialmente foi realizada a leitura de todas as respostas, buscando identificar as principais ideias apresentadas pelos participantes. Em seguida, as respostas foram comparadas entre si, considerando os diferentes períodos cursados pelos licenciandos, a fim de observar aproximações, diferenças e possíveis dificuldades na compreensão dos conceitos abordados. Também foi considerada a

relação estabelecida pelos estudantes entre a evolução dos modelos atômicos e o desenvolvimento científico.

Para a apresentação e discussão dos resultados, as respostas dos participantes foram identificadas por meio de códigos, sendo denominadas L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8, conforme a ordem em que foram registradas no questionário.

A utilização desses códigos possibilitou organizar as respostas e relacioná-las aos diferentes momentos da análise, mantendo o anonimato dos participantes. Dessa forma, ao longo da apresentação dos resultados, as falas dos licenciandos serão acompanhadas pelos respectivos códigos, permitindo uma melhor organização e compreensão da análise realizada.

REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão da estrutura da matéria passou por diversas transformações ao longo da história da Ciência. As explicações sobre a constituição do átomo foram modificadas à medida que novas investigações revelaram limitações nos modelos existentes.

Nesse sentido, os modelos atômicos devem ser compreendidos como representações científicas construídas em diferentes contextos históricos. Conforme Chassot (2004), o desenvolvimento da Ciência está relacionado às questões e aos conhecimentos disponíveis em cada época.

Entre essas transformações, destaca-se o modelo nuclear de Ernest Rutherford, proposto a partir de experimentos envolvendo o espalhamento de partículas alfa. O modelo estabeleceu a existência de um núcleo pequeno, denso e positivamente carregado, responsável pela concentração de grande parte da massa do átomo, com os elétrons ocupando a região ao seu redor.

Apesar de sua importância, apresentava limitações para explicar a estabilidade atômica e os espectros de emissão dos elementos, indicando a necessidade de novas interpretações sobre o comportamento dos elétrons (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

Nesse contexto, o modelo de Niels Bohr contribuiu para explicar a estabilidade do átomo de hidrogênio ao propor estados específicos de energia para os elétrons, que

ISSN: 2358-8829

poderiam absorver ou emitir energia durante as transições entre esses estados. Posteriormente, Arnold Sommerfeld ampliou essa proposta ao considerar órbitas elípticas e aperfeiçoar a descrição dos estados energéticos. Entretanto, essas contribuições ainda apresentavam limitações para explicar átomos mais complexos.

O desenvolvimento da mecânica quântica, com contribuições de cientistas como Max Planck, Erwin Schrödinger e Werner Heisenberg, possibilitou novas interpretações sobre a estrutura atômica.

Nesse modelo, a ideia de elétrons percorrendo trajetórias definidas foi substituída por uma descrição probabilística, na qual os orbitais representam regiões associadas à probabilidade de encontrar os elétrons. Essa transformação modificou significativamente a compreensão do comportamento das partículas microscópicas (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

A evolução dos modelos atômicos também permite compreender a Ciência como um processo de construção marcado por investigações, questionamentos e reformulações. Gil-Pérez et al. (2001) destacam a importância de superar visões simplificadas do trabalho científico, que apresentam o conhecimento como resultado de descobertas isoladas ou de uma acumulação linear de informações.

Assim, estudar os modelos atômicos permite reconhecer que as explicações científicas possuem limites e podem ser modificadas quando deixam de explicar satisfatoriamente determinados fenômenos.

No ensino de Química, essa perspectiva é importante porque a apresentação dos modelos atômicos apenas como uma sequência de teorias pode favorecer a memorização, sem aprofundar os problemas que motivaram suas transformações. Discutir as contribuições e limitações de cada modelo permite compreender a importância da proposta de Rutherford e como suas dificuldades explicativas contribuíram para o desenvolvimento de novas interpretações sobre o átomo.

Na formação inicial de professores de Química, essa discussão é relevante porque os licenciandos precisam compreender os conceitos científicos e desenvolver condições para abordá-los de maneira contextualizada em sua futura prática docente. Além disso, o modelo mecânico-quântico apresenta desafios conceituais, pois exige superar a ideia de trajetórias fixas dos elétrons e compreender conceitos como orbitais e distribuição probabilística.

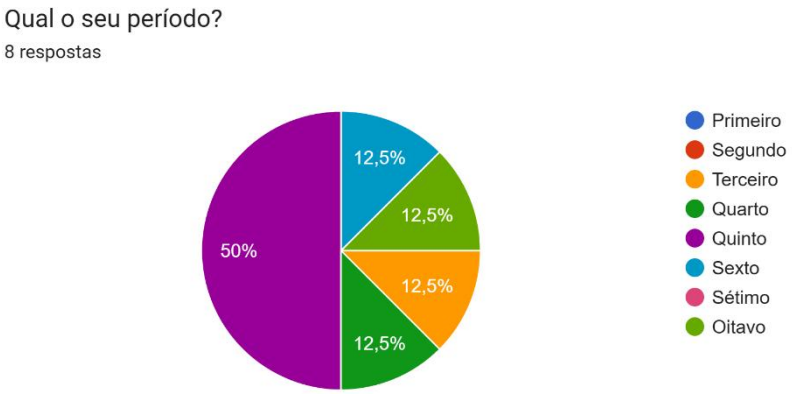
Diante disso, investigar as concepções dos licenciandos sobre a transição do modelo nuclear de Rutherford para o modelo mecânico-quântico permite identificar conhecimentos construídos durante a formação acadêmica e possíveis dificuldades conceituais. Essa investigação também contribui para refletir sobre a importância de articular os conteúdos químicos, a história da Ciência e a compreensão da natureza do conhecimento científico na formação inicial de professores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa contou com a participação de oito licenciandos em Química, identificados como L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 e L8, a fim de preservar suas identidades. A análise foi organizada em torno de cinco questões discursivas, que abordaram o modelo nuclear de Rutherford, suas limitações, o modelo mecânico-quântico, a transição entre esses modelos e a importância desse conhecimento para a formação inicial de professores.

Inicialmente, buscou-se caracterizar os participantes considerando os diferentes períodos da graduação em que estavam matriculados, conforme apresentado na Figura 1. Como o conteúdo dos modelos atômicos é abordado no início do curso, na disciplina de Química Geral I, a participação de estudantes de diferentes períodos possibilitou investigar suas concepções em distintas etapas da formação acadêmica.

Figura 1 – Distribuição dos participantes da pesquisa por período de graduação



Fonte: dados da pesquisa (2026).

As respostas à primeira questão demonstraram que os participantes reconheciam elementos fundamentais do modelo de Rutherford, como o núcleo central e os elétrons ao seu redor. L1 destacou a diferença entre as dimensões do núcleo e da região ocupada pelos elétrons, enquanto L5 e L8 apresentaram descrições mais detalhadas, mencionando o experimento da folha de ouro e aspectos históricos do modelo.

L3 também ressaltou sua importância para o ensino, considerando-o uma representação inicial mais acessível da estrutura atômica. Entretanto, algumas respostas apresentaram imprecisões históricas, como a inclusão dos nêutrons no modelo original de Rutherford. Esses resultados demonstram diferenças no aprofundamento conceitual e na compreensão histórica dos participantes.

Em relação às limitações do modelo, L2, L6, L7 e L8 reconheceram dificuldades relacionadas à estabilidade atômica e à explicação dos espectros de emissão. Em contrapartida, L1 associou as limitações à existência de espaços vazios no átomo, enquanto L4 não identificou diretamente o problema da estabilidade dos elétrons.

L3 mencionou conceitos da mecânica quântica, mas sem estabelecer claramente sua relação com as limitações originais do modelo. Dessa forma, observou-se que parte dos licenciandos compreendia os problemas que motivaram novas explicações científicas, enquanto outros apresentavam dificuldades nessa identificação.

Na questão referente ao modelo mecânico-quântico, L5 e L8 demonstraram maior aprofundamento ao relacionar conceitos como orbitais, dualidade onda-partícula, quantização da energia e princípio da incerteza. L6 também reconheceu a substituição das trajetórias fixas por uma descrição probabilística, enquanto L7 identificou essa característica, embora tenha reconhecido dificuldades com o conteúdo. Já L1 e L4 apresentaram explicações mais limitadas. Essas diferenças evidenciam que a compreensão do modelo atual não ocorreu de maneira uniforme entre os participantes.

Quanto à transição entre os modelos, L5, L6, L7 e L8 reconheceram uma mudança significativa na forma de compreender o comportamento dos elétrons, destacando a passagem das trajetórias definidas para a descrição probabilística. L3, por sua vez, interpretou essa transformação principalmente como um aperfeiçoamento dos modelos anteriores. As respostas demonstram que os licenciandos reconhecem a

importância das propostas precedentes, embora apresentem diferentes interpretações sobre as continuidades e mudanças no desenvolvimento científico.

Por fim, as respostas sobre a importância desse conhecimento para a formação docente evidenciaram diferentes possibilidades de relacionar a história dos modelos atômicos ao ensino de Química. L1 destacou a importância de conhecer a origem dos conhecimentos científicos, enquanto L2 relacionou esse entendimento à possibilidade de ensinar os conteúdos de forma mais acessível. L3 ressaltou a relação dos modelos atômicos com outros conteúdos da Química, e L6 enfatizou a realização de aulas mais reflexivas. L7 e L8 também reconheceram a importância de mostrar aos estudantes que as explicações científicas se transformam ao longo do tempo. Entretanto, L4 apresentou uma resposta mais geral, concentrada na transmissão dos conteúdos.

De modo geral, os resultados evidenciam diferenças na compreensão dos modelos atômicos, especialmente na identificação de suas limitações e na interpretação dos fundamentos da mecânica quântica. Também demonstram que os participantes reconhecem a importância da evolução histórica desses modelos para sua formação.

Nesse sentido, a articulação entre os conteúdos químicos, a história da Ciência e a reflexão sobre a construção do conhecimento científico pode contribuir para uma formação docente mais crítica e para práticas pedagógicas que ultrapassem a simples memorização das teorias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo analisar as concepções de licenciandos em Química do IFRN, Campus Ipanguaçu, acerca da transição do modelo atômico de Rutherford para o modelo mecânico-quântico. Os resultados evidenciaram diferentes níveis de compreensão sobre os modelos estudados, especialmente quanto às suas limitações, às características da mecânica quântica e às transformações do conhecimento científico.

Embora os participantes reconheçam aspectos fundamentais dos modelos atômicos, foram identificadas dificuldades conceituais que reforçam a importância de articular os conteúdos químicos à história da Ciência na formação inicial de professores. Essa abordagem pode contribuir para práticas pedagógicas mais

contextualizadas e para uma compreensão da Ciência como um processo de construção e reformulação do conhecimento.

Além disso, os resultados reforçam a necessidade de desenvolver estratégias de ensino que valorizem a participação dos licenciandos na construção do conhecimento científico, por meio de discussões, análise de experimentos históricos e comparação entre os diferentes modelos atômicos.

Essas estratégias podem favorecer a identificação das limitações de cada modelo e a compreensão dos motivos que levaram às mudanças nas explicações sobre a estrutura da matéria. Dessa forma, o estudo da evolução dos modelos atômicos pode contribuir não apenas para a aprendizagem dos conceitos químicos, mas também para a preparação de futuros professores capazes de abordar esses conteúdos de maneira crítica e contextualizada.

Apesar de envolver apenas oito participantes, a pesquisa oferece elementos para refletir sobre o ensino dos modelos atômicos e os desafios da formação docente. Espera-se que os resultados contribuam para discussões na área de Ensino de Ciências e incentivem novas pesquisas, com maior número de participantes e investigação de estratégias didáticas que favoreçam a compreensão da evolução dos modelos científicos.

Palavras-chave: Modelos atômicos; Modelo mecânico-quântico; Ensino de Química; Formação inicial de professores

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa. Em especial, agradeço aos licenciandos em Química do IFRN, Campus Ipanguaçu, que aceitaram participar do estudo e disponibilizaram seu tempo para responder ao questionário. A contribuição de cada participante foi fundamental para o desenvolvimento desta investigação, pois suas respostas possibilitaram conhecer diferentes concepções, compreensões e dificuldades relacionadas à transição do modelo nuclear de Rutherford para o modelo mecânico-quântico.

Agradeço pela disponibilidade, pela colaboração e pela confiança em compartilhar seus conhecimentos e suas percepções sobre o tema investigado. Cada resposta teve sua importância para a construção das análises e para o desenvolvimento das reflexões apresentadas neste trabalho.

Mais do que reunir informações, a participação dos licenciandos tornou possível refletir sobre os desafios presentes na formação inicial de professores de Química e sobre a importância de compreender a evolução dos modelos científicos no processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, expresso minha gratidão a todos os participantes que contribuíram para que esta pesquisa se concretizasse. Espero que este trabalho possa contribuir para novas discussões sobre o ensino de Química, a formação docente e a construção do conhecimento científico, valorizando as experiências e as concepções dos futuros professores.

REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed. São Paulo: Bookman, 2018.

CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

GIL-PÉREZ, Daniel et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. DOI: 10.1590/S1516-73132001000200001.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012. DOI: 10.1590/S1413-81232012000300007.