

# **A construção dos modelos atômicos em uma abordagem histórica à luz da natureza do conhecimento científico: uma experiência do PIBID-Química da UFRN**

**The construction of atomic models in a historical approach in light of the nature of scientific knowledge: an experience of the PIBID-Chemistry from the UFRN**

**Lutemberg Lima de Medeiros**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
lutemberglima@hotmail.com

**Gabriela Honorato de Medeiros**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
gabrielahonorato\_medeiros@hotmail.com

**Orivaldo Estevam Ramalho Neto**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
orivaldo\_net@hotmail.com

## **Resumo**

Este artigo propõe um módulo didático, a luz da natureza do conhecimento científico, no qual utiliza-se estratégias de ensino para abordagem da construção de modelos atômicos com o objetivo de ressaltar o caráter explicativo e limitante dos modelos, como sendo uma construção da mente humana, e que portanto, é provisório. Além disso, propõe promover uma reflexão histórico-filosófica sobre a importância do conhecimento científico para a construção dos modelos desenvolvendo competências de leitura e interpretação de textos para tal. Os dados da pesquisa foram obtidos por meios de questionários, desenhos e observações das aulas e foram analisados por meio da análise textual discursiva. Os resultados indicam que houve uma compreensão da proposta pelos alunos e foi verificada uma grande dificuldade na verbalização das leis ponderais e estrutura atômica. A sequência de atividades foi aplicada em uma escola da rede pública da cidade de Natal, na qual o PIBID-Química da UFRN atua.

**Palavras chave:** pibid, modelos atômicos, natureza do conhecimento científico.

## **Abstract**

This article proposes a teaching module, spotted by the nature of scientific knowledge, which uses teaching strategies to approach the construction of atomic models in order to emphasize the explanatory characteristics and limited of models, as a construction of human mind, and therefore provisional. It also proposes to promote a historical-philosophical reflection on the importance of scientific knowledge for

construction of models to development of reading skills and interpretation of text. The survey data were collected by questionnaires, drawings and observations of classes and they were analyzed by discursive textual analysis. The results indicate there was an understanding of the proposal by the students and there was a large difficulty in verbalizing ponderal laws and atomic structure. The sequence of activities was implemented in a public school in the city of Natal, in which the PIBID-chemistry of UFRN acts.

**Key words:** pibid, atomic models, nature of scientific knowledge.

## Introdução

A prática docente na dinâmica e concepção de ensino atual demanda dos professores novas estratégias de ensino que busquem despertar nos estudantes a curiosidade e instigações investigativas para entender o processo pelo qual se produz o conhecimento científico, de modo que se possa promover uma reflexão histórico-filosófica do mesmo. A educação química, área constituinte das Didáticas das Ciências, pode promover a inserção dessa necessidade por meio de estratégias que discutam a natureza do conhecimento científico.

Vários trabalhos já desenvolvidos com a temática em discussão (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007 e KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005) sinalizam para diversos aspectos que podem ser trabalhados para inserir a natureza da ciência como uma vertente precursora para reflexão histórico-filosófica do conhecimento e também promotiva no direcionamento da alfabetização científica dos discentes no ensino básico. Essa ideia, embora amplamente discutida, encontra algumas dificuldades para conseguir ser implementada, pois está esquecida e/ou não conhecida pelos professores em exercício e não está presente nos livros didáticos escolares. Como consequência tem-se a predominância da concepção de ciência como uma atividade exclusivamente empirista-indutivista baseadas na proposição do método científico, que está presente tanto no discurso dos professores quanto nos dos próprios alunos, reforçadas ainda pelos meios de comunicação. Acevedo et al. (2005a, 2005b) apud GIL-PÉREZ et al. (2007, p. 146) reforçam o argumento de que “é comum os currículos de ciências estarem demasiado centrados nos conteúdos conceituais e não processuais, tendo como referência a lógica interna da própria ciência e, assim, esquecem a formação que exige a construção científica”.

Como resultado, emergem visões distorcidas da ciência e da atividade desenvolvida pelo cientista (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002), que geram dificuldades de aprendizagem nos estudantes podendo levar ao desinteresse do conhecimento científico caracterizando-se, deste modo, como um obstáculo a aprendizagem. Sendo assim, podemos supor que haverá um avanço na educação científica, em termos de qualidade, a partir de modificações que busquem aperfeiçoar a imagem da natureza da ciência que os professores trazem consigo no intuito de ensinarmos uma visão aceitável do trabalho científico. GIL-PÉREZ et al. (2007).

Lopes (2007) faz uma análise na perspectiva epistemológica bachelardiana sobre a importância da historicização do ensino de ciências. Alguns livros didáticos apresentam apenas textos resumidos que simplesmente ilustram episódios da história da ciência de modo que o conhecimento já lhes é imposto por meios de seus resultados prontos e acabados, ao contrário de ser explorado toda uma dinâmica e/ou questionamentos que levaram a construção do mesmo conhecimento, deixando de lado os problemas filosóficos dos conflitos e lutas entre ideias opostas que possam vir a torna mais sólido a construção do pensamento científico, o que a autora se refere como a história do progresso do conhecimento.

De acordo com Silva e Nuñez (2008) a história e filosofia da ciência podem proporcionar aos professores uma nova dimensão de análise para entender as dificuldades dos estudantes, uma vez que a compreensão de um determinado conceito de forma contextualizada nos fornece uma avaliação dos modelos que foram utilizados para a sua construção e, deste modo, pode-se ter um paralelo com as dificuldades de aprendizagem dos estudantes quando se comparam os modelos históricos com os utilizados pelos alunos. Martins (2007, p.114) converge com esse pensamento e objetiva as discussões sobre essa estratégia didática: “[...] do ponto de vista *prático e aplicado*, a HFC pode ser pensada tanto como *conteúdo (em si)* das disciplinas científicas, quanto como *estratégia didática* e facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias”.

Uma possível alternativa para a inserção da história e filosofia da química no ensino pode ser por meio da utilização de modelos e modelagem como uma ferramenta didática. Hodson (1992) apud Justi (2011) aponta três objetivos principais para o ensino de ciências: aprender ciências, ou seja, compreender os principais tópicos referentes ao conhecimento científico; aprender sobre ciências, isto é, ter a compreensão da importância da história, filosofia e metodologia da ciência; e aprender a fazer ciências, ou seja, desenvolver a competência de participar de atividades vinculadas a construção do conhecimento científico. Isso vem a reforçar ainda mais a ideia de se trabalhar com modelos e modelagem no ensino, porque segundo Justi (2011, p. 215):

“aprender ciência, os estudantes devem saber sobre a natureza, abrangência e limitações dos principais modelos científicos (sejam eles consensuais ou históricos); aprender sobre ciência, os estudantes devem ser capazes de avaliar o papel de modelos no desenvolvimento e disseminação dos resultados da pesquisa científica; aprender a fazer ciência, os estudantes devem ser capazes de criar, expressar e testar seus próprios modelos”.

Um dos primeiros conteúdos com os quais os estudantes têm contato no ensino médio em química são os modelos atômicos. Ao mesmo tempo, os estudantes trazem consigo conhecimentos próprios ou vistos em diversos meios de comunicação, por exemplo, referentes a modelos. Isto pode influenciar na compreensão daquele conteúdo escolar, pois o aluno faz a relação do seu conceito de modelo com o visto em sala de aula (modelos atômicos), fato que pode gerar dificuldades no entendimento do que se quer que o estudante realmente aprenda sobre a química. Associe a isso, a questão de que compreender química é algo bastante complexo para os estudantes, devido os fenômenos observados macroscopicamente terem sua justificativa teórica no nível microscópico e teremos uma das principais dificuldades para aprendizagem em ciência. Mas, em que medida a História e Filosofia da Ciência (HFC) pode auxiliar o ensino do conteúdo de modelos atômicos?

### **Aspectos Metodológicos**

A fim de tentar responder a problemática proposta, bolsistas do PIBID-Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte propuseram um módulo didático (M.D.) para alunos da 2ª série do ensino médio de uma escola pública da cidade de Natal/RN, visto que eles já estudaram modelos atômicos na série anterior. Os sujeitos da pesquisa foram 4 alunos e o professor de química da escola onde o PIBID atua.

Tratando-se de uma pesquisa com uma abordagem qualitativa e dentro da característica do público atendido do M.D., acreditamos que o estudo de caso do tipo etnográfico como modalidade de pesquisa é o mais adequado para o desenvolvimento de um trabalho como esse, uma vez que ela envolve metodologia didática, coletas de dados, seleção de análise e interpretação de dados, feitos em um contexto além da elaboração de aulas com seus objetivos.

Antes de iniciarmos a nossa ação, elaboramos um questionário para o professor, com o objetivo de ter uma noção das estratégias adotadas por ele para trabalhar com HFC e a construção de modelos atômicos, para termos uma ideia prévia do que poderíamos esperar dos seus alunos, tendo em vista que o professor da pesquisa também lecionou as aulas da 1ª série para os mesmos alunos.

Questionário
Como é que você trabalha na sala de aula os modelos John Dalton, J.J Thompson e Ernest Rutherford?
Como é abordado o conteúdo dos modelos atômicos no livro que você adota?
Há alguns autores e pesquisas que discutem a importância de utilizar a História e Filosofia da Química na sala de aula. Você acha possível? Já chegou a Utilizar? Como?

Tabela1. Questionário elaborado para o professor.

O módulo didático foi organizado em 3 encontros (sendo 5 aulas de 50 minutos no total), distribuídas da seguinte forma e de acordo com o planejamento a seguir:

ENCONTROS	OBJETIVOS	INSTRUMENTOS	PERGUNTA
1º ENCONTRO (1 aula de 50 minutos)	Identificar aspectos que estejam relacionados com o trabalho científico como a modelagem, sendo que o produto desta (modelos) possui um campo limitante de explicações, advindo da construção da mente humana;	Dinâmica da Caixa	Como são elaborados e quais são os tipos modelos?
2º ENCONTRO (2 aulas de 50 minutos)	Utilizar o modelo atômico de Dalton e as Leis Ponderais para representar uma reação química;	Desenho (representação)	Elaborem um modelo para a reação química $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ – que mostre como a teoria atômica justifica as leis ponderais (Lei da Conservação das Massas, Leis das Proporções Constantes e a Lei das Proporções Múltiplas).
3º ENCONTRO (2 aulas de 50 minutos)	Desenvolver competências ligadas a leitura e interpretação de textos para a elaboração dos modelos atômicos de J.J. Thompson e Ernest Rutherford	Texto e Questionário	Construa um modelo que represente o átomo cuja descrição é feita no texto. Explique a sua representação.
	Identificar a contribuição de outros cientistas para a construção dos modelos;	Texto e Questionário	Segundo o texto, o que buscava o Cientista X em seu trabalho? O que ele fez? Que ajuda ou dificuldade encontrou? O que encontrou (dados, interpretação, maneira de enfocar um problema)?

Tabela 2. Plano de instrumentos do módulo didático.

## Resultados e discussões

Os dados obtidos nesta pesquisa serão avaliados por meio da análise textual discursiva (MORAES, 2003), criando-se as seguintes categorias: Concepções e estratégias do professor sobre a temática proposta; Análise dos modelos elaborados na oficina e Contribuição de outros cientistas para a construção dos modelos.

### *Concepções e estratégias do professor sobre a temática proposta*

Ao analisar o questionário que o professor respondeu, podemos perceber que sua concepção de estratégia didática se distanciou daquilo que estávamos esperando, uma vez que o mesmo apresentou uma visão mais operacional em termos de recursos didáticos, ao contrário de possuir uma visão mais didático-pedagógica da prática docente no ensino de ciências na perspectiva em questão, podemos verificar isso na resposta para a primeira pergunta do questionário: “Através de slides, trabalhos de pesquisa e animações no computador”.

Para a segunda pergunta, observa-se na resposta obtida, que o professor pontuou apenas experimentos que o livro adotado aborda para a construção dos modelos. Chama-se a atenção que não é a intenção desta pesquisa avaliar o livro didático adotado pelo professor e sim, obter informações que possam orientar a elaboração do módulo didático.

Na terceira pergunta, o professor aponta algumas dificuldades para inserir a HFC como estratégia didática com relação a organização curricular da escola:

*“Acho possível sim, mas, isso demandaria mais tempo em sala de aula para que a abordagem fosse bem feita e com apenas duas aulas semanais se torna muito difícil. Por essa razão não consegui utilizar, apesar de reconhecer a importância”.*

### *Análise dos modelos elaborados na oficina*

Durante a realização da oficina os alunos puderam participar da construção dos modelos em dois momentos. Em ambas as situações, eles tiveram que argumentar sobre o modelo construído para convencer aos demais colegas do poder explicativo de cada um, com isso, procuramos deixar bem claro durante os encontros que todos os modelos construídos nas atividades deveriam ser consensuais.

No primeiro momento, eles tinham que elaborar um modelo para alcançar o objetivo do encontro 2 por meio da questão descrita no plano de instrumentos. Para tanto, houve uma aula expositiva e dialogada antes, na qual trabalhou-se os aspectos precursores da teoria atômica de Dalton, ao final, eles teriam que responder a questão proposta. Durante as etapas de elaboração do modelo, observamos que os alunos tinham bastante dificuldade em compreender a estequiometria da reação (Por exemplo, que 2 SO<sub>2(g)</sub> correspondem a duas moléculas de dióxido de enxofre). Isso fez com que houvesse uma discussão com eles para que pudessem ser esclarecidas as dúvidas sobre estequiometria. Nesta dinâmica procurou-se proporcionar aos alunos a discussão do poder explicativo do modelo, de modo a negociarem, chegando há um modelo final de consenso do grupo (construção na perspectiva Kuhiana).

Mesmo com a elaboração do modelo, os alunos apresentaram dificuldades em explicá-lo de acordo com as leis ponderais, um dos alunos relatou:

*“Eu sei que está de acordo com as leis porque eu consigo visualizá-las no meu modelo, mas eu não estou conseguindo passar para o papel a minha explicação”.*

A figura a seguir ilustra a construção representativa do grupo de alunos.

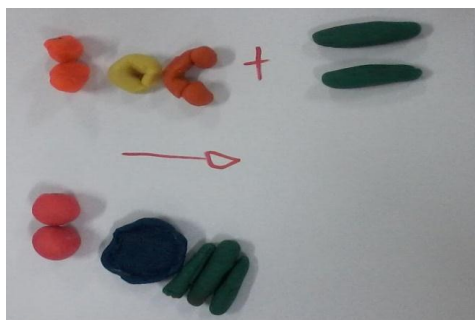


Figura 1. Modelo para a representação da reação proposta pelos alunos

Talvez a explicação sobre as leis ponderais não tenha ficado muito clara para os alunos e, desta forma pode-se orientar uma retomada do tema. E ainda, por problemas de horário no encontro 1, houve uma carga maior de conteúdos no encontro 2. Apesar de haver algumas limitações, eles conseguiram fazer a representação da reação, mesmo com a não verbalização do modelo.

Para a segunda questão do questionário do 3º encontro, onde há segundo momento de elaboração, observa-se que as duplas formadas tiveram alguma dificuldade de representar dos modelos, pode ser talvez por alguma dificuldade semântica das palavras ou até mesmo do texto, embora contassem com o auxílio do dicionário para consulta. É importante ressaltar que neste segundo momento, a representação feita pelo aluno foi baseada em um modelo que é descrito no texto disponível.

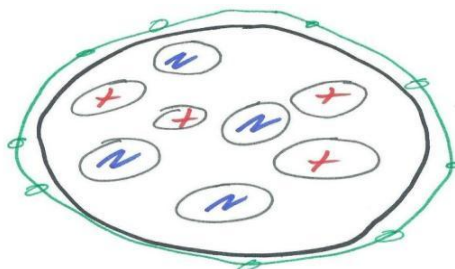


Figura 2. Representação do modelo de Rutherford da dupla 1.

Analisando o modelo, percebemos que os alunos tiveram dificuldades em compreender os espaços vazios nos átomos. Para a dupla, os espaços vazios também existem nos núcleos – entre prótons (+) e nêutrons (N) – que foi inclusive mais ressaltado que os espaços vazios na eletrosfera (círculo verde). Além do mais, a representação do núcleo se deu em uma escala bem maior, até mesmo por considerar o vazio existente no mesmo.

As dificuldades apresentadas pelos alunos durante a aplicação do M.D. podem ter sido um resultado metodologia utilizada pelo professor, que se aproxima de uma abordagem com um viés mais tradicional para o conteúdo de modelos atômicos. Ao analisar as repostas do questionário aplicado, pode-se concluir que ele não utiliza dinâmicas e/ou estratégias que possam abordar de uma maneira mais adequada o conteúdo em questão.

### ***Contribuição de outros cientistas para a construção dos modelos***

O texto que serviu de base para os alunos responderem a pergunta 2 do questionário do 3º encontro foi retirado e adaptado do livro *Química Cidadã* (SANTOS; MÓL, 2010) que o professor utiliza na escola. Os textos continham as hipóteses, experimentos, os problemas existentes na construção dos modelos atômicos de J.J. Thompson e Ernest Rutherford e optamos por não apresentar o nome do cientista que criou tal modelo, pois durante a análise

do texto, os alunos teriam que interpretá-lo para responder as questões, e uma das questões é justamente elaborar o modelo atômico cujas características são citadas no texto, sendo assim, seriam evitadas aquelas famosas analogias e associações entre o modelo, por exemplo, de Thompson e o pudim de passas.

Ao analisarmos as respostas dos alunos para a primeira pergunta do questionário, percebemos que o nosso objetivo principal foi atendido, o que pode ser observado na resposta dos alunos:

*Dupla 1: “Ele (Rutherford) estava a procura (da resposta/explicação) da radioatividade que já tinha sido descoberta, ele estudou os passos, e fez experiências, teve ajuda de outros cientistas com as experiências ele percebeu que havia atração e repulsão entre as partículas e que algumas atravessavam as lamínas de ouro e outras não”.*

*Dupla 2: “Procurava entender os raios catódicos, ele (Thompson) realizou experimentos dos tubos de crookes, tendo crookes já realizado experimentos antes, mais ele não chegou nas mesmas conclusões do cientista X. Depois ele propôs um modelo para o átomo”.*

Além das categorias criadas para analisar o discurso dos alunos durante a aplicação do módulo didático observou-se outros pontos extremamente relevantes para a nossa pesquisa. Notou-se que os alunos têm muitas dificuldades em compreender a estrutura atômica, a própria fala de um aluno, permite-nos concluir quando ele pergunta aos bolsistas: “Professor, qual a diferença entre uma molécula e um elétron, existem elétrons numa molécula?”. Em outra situação, no primeiro encontro, quando perguntada por um bolsista por que a capa do seu caderno era de cor roxa, a aluna respondeu dizendo por que os átomos do caderno eram roxos e o professor tinha explicado a ela mostrando a coloração dos átomos. Depois no último encontro do módulo didático, os bolsistas fizeram à mesma pergunta a aluna, ela respondeu:

*“No modelo que o meu professor mostrou os átomos tinham cor, mas era somente uma representação para facilitar a nossa visualização, mas o átomo não tem cor, não é professor?”.*

Depois disso, houve uma breve explicação, baseada no modelo atômico de Bohr, sobre a emissão das cores para a aluna.

## **Conclusões**

Apesar dos alunos apresentarem algumas dificuldades, principalmente no encontro 2 do módulo didático, podemos concluir que obtivemos sucesso em nossa intervenção. A proposta de trabalhar com a ideia de modelo consensual favoreceu de forma substancial na interação dos alunos com nossas estratégias, uma vez que ao final de cada atividade, sempre houve discussões para instigar os alunos a argumentarem sobre os modelos elaborados, avaliando sempre os limites de sua explicação.

Outro ponto que merece destaque foi a utilização da dinâmica da caixa, que proporcionou uma maior compreensão para os alunos do que se pretendia que eles entendessem sobre modelos, uma vez que nesse momento constatou-se o que foi discutido sobre as concepções prévias e sua relação com a aprendizagem no ensino de química. É amplamente reconhecido, hoje, que as representações ou modelos mentais dos alunos têm um papel importante no processo de aprendizagem, uma vez que é a partir delas que o aluno constrói significados para a informação recebida, por exemplo, os professores devem desenvolver leituras, demonstrações, problemas ou ainda atividades de laboratório que possam ser usadas para criar conflitos cognitivos nos alunos.

Trabalhar com a natureza do conhecimento mostra-se uma estratégia muito apropriada também a mudança no discurso dos estudantes, fato que pode ser comprovado na fala da

aluna sobre as cores que os átomos emitem, resultado de uma imersão numa cultura científica em um processo de (re)construção do conhecimento científico.

Contudo, um dos pontos que podem e devem ser amplamente discutidos é que a natureza do conhecimento científico tem que ser tomada com uma necessidade formativa do professor, tendo em vista que há toda uma implicação, em sua prática docente, na sua visão de ciência no sentido de permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino-aprendizagem da ciência, de modo que possa haver uma intervenção mais bem planejada e qualificada nas salas de aula. Nesse âmbito, o PIBID, como programa de formação de professores, tem papel fundamental no sentido de proporcionar aos graduandos, por meio das vivências no meio escolar, uma reflexão da nossa prática docente em potencial. É a partir de uma prática reflexiva que se começa a construir uma visão mais adequada do processo educativo em suas diversas estâncias. Esta atividade proporcionou uma maior inserção dos bolsistas na área das didáticas das ciências que trabalha com a natureza do conhecimento científico, em virtude da elaboração do módulo didático, discussão dos referenciais teóricos, recursos didáticos, concepções dos alunos e as autocríticas em cima da nossa própria abordagem.

## Agradecimentos e apoios

À CAPES pelas bolsas de Iniciação a Docência.

## Referências

- ANDRÉ, M. E. D. **Etnografia da Prática Escolar**. 14 ed. Campinas: Papyrus, 2011. p. 15-64.
- FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**. n. 20, 2004.
- JUSTI, Rosária. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. p. 209-230.
- KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma Discussão sobre a Natureza da Ciência no Ensino Básico: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.
- KOSMINSKY, Luis.; GIORDAN, Marcelo. Visões de Ciência e sobre o Cientista entre os Estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. n. 15, 2012.
- LOPES, Alice Casimiro. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 56-70.
- MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.
- MORAES, Roque. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na Educação da Cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- SILVA, M. G. L.; NÚÑEZ, I. B. **Uso de Textos de História da Química em sala de aula**. EDUFRRN, 2008.
- VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. n. 7, 2007.