

# IDENTIFICAÇÃO DE MODELOS NO CONTEÚDO DE ESTRUTURA ATÔMICA NOS LIVROS DE QUÍMICA GERAL DO ENSINO SUPERIOR

Carlos N. Silva Junior, Anderson D. Viana  
*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**RESUMO:** Na literatura científica poucos são os trabalhos que abordam Livros Textos nos cursos de Química Geral de diversas IES do Brasil, ao contrário do que ocorre com os Livros Didáticos no Ensino Médio. Este trabalho analisou os modelos apresentados no conteúdo de Estrutura da Matéria e como estes podem influenciar na formação dos modelos mentais dos alunos. Esta pesquisa foi realizada pela metodologia de Análise de Conteúdo e chegou-se a conclusão de que os Livros Texto utilizam muitos modelos porém de natureza diferente daqueles dos livros do ensino básico.

**PALAVRAS-CHAVE:** estrutura atômica, modelo, livro texto.

## OBJETIVOS

- Analisar os diferentes modelos sobre o conteúdo de estrutura atômica da matéria em livros didáticos de química geral do ensino superior e suas influências na formação de modelos mentais dos alunos;
- Comparar os modelos utilizados nos livros do ensino superior com aqueles presentes nos livros didáticos do ensino médio.

## MARCO TEÓRICO

Cada dia mais, a palavra modelo vem sendo utilizada nos processos de ensino seja por meio das estratégias de ensino por modelação, pelo ensino por modelos (e analogias), pelo termo modelo científico, mental e representacional e todas elas são utilizadas em diferentes espaços como artigos científicos, discursos de professores, fala dos alunos e nos livros didáticos. Entretanto, são poucas as situações, mesmo entre os trabalhos acadêmicos (Miranda; Badillo; Garay, 2006), que definem ou discutem o que é que chamamos por modelo.

A pesquisadora A. Torres (2006) desenvolveu um trabalho de análise epistemológica das diferentes concepções de modelos tanto no campo das Ciências como da Química e concluiu que modelo científico é uma estrutura conceitual e metodológica tomada por uma comunidade de especialistas que possui descrições e explicações de características e interações que são vinculadas a um sistema, sendo que esse sistema é construído como objeto de saber e investigação. Esse sistema guarda um valor de

---

equivalência com a porção de realidade a qual se estuda. Esta mesma autora construiu a seguinte representação para as relações da categoria modelo:

$$(Realidade/Natureza) \rightarrow Sistema Modelo \leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Iconográfico} \\ \text{Analógico} \\ \text{Simbólico} \end{array} \right\}$$

É importante ressaltar que neste processo a análise da realidade e o modelo são relações dialéticas. A medida que se observa novos fenômenos há uma necessidade de adaptar os modelos àquelas situações assim como novas adaptações do modelo geram novos questionamentos quanto a análise dos mesmos fenômenos.

Os modelos teóricos guardam três classificações: iconográfico, analógicos e simbólicos. O primeiro se refere a forma de representação por meio de imagens. Modelos analógicos são aqueles que guardam relações geométricas do modelo com a realidade. Os modelos simbólicos não estabelecem relação direta com o concreto, neste a relação é mediada pela utilização da linguagem sem evocação de imagens como por exemplos as equações.

No processo de ensino e aprendizagem uma categoria especial que surge para os modelos é aquela chamada de modelo mental. Esta categoria remete a formação de imagens mentais oriundas do raciocínio lógico as quais guardam, em geral, relação de uma forma analógica (Santos; Téran, 2010). Entretanto, existe neste trabalho citado, parâmetros para diferenciação dos modelos mentais e os conceituais sendo os primeiros incompletos, instáveis, não-definidos e na qual se valoriza o físico ao abstrato. Esse processo no qual a mente dá preferência por imagens fechadas do que o próprio processo de pensamento já é discutido por Bachelard (1996) no desenvolvimento de sua teoria sobre as concepções alternativas. Torna-se importante nesta discussão sobre a utilização de modelos no ensino utilizar os fundamentos do ensino por analogia, pois ocorre que os processos acabam se tornando complementares.

Os modelos mentais não podem ser considerados como entraves ao aprendizado, na verdade esta estruturação permite uma interpretação da realidade. Estendendo este conceito para toda psicologia cognitiva, não se traduz como somente a maneira de ver a realidade, mas inclusive as próprias representações do como o próprio ser, das pessoas que o cercam e do que as pessoas pensam (Galagovsky, Giacomo, Castelo 2009). Estes modelos permitem a obtenção do caráter explicativo e preditivo, porém não tão bem formulados e refletidos como aqueles desenvolvidos por toda uma comunidade científica.

O que se torna crucial no ensino de modelos não é transmissão literal do conhecimento adotado por uma comunidade (Guimarães, Echeverría, Moraes, 2006), mas é o próprio processo de como mostrar a formação de modelos bem mais adaptados à explicação e previsão da realidade pela análise de dados reais. Esse é um processo no qual não se discute um domínio de verdade, mas na qual há um processo de negociação com o aluno para perceber qual a melhor maneira de transformar um modelo mental de análise de um fenômeno menos abrangente e preciso para uma forma mais abrangente e precisa.

No trabalho de Nuñez, Lima e Soares (2005) se discute a necessidade que na formação de professores de Ciências, haja uma forte estruturação do que seriam modelos e os aspectos do ensino destes. Em geral, os estudos indicam que os modelos científicos são adotados como puramente representações da realidade e totalmente fidedignas. Ocorre também que não há distinção clara em que situações este modelos seriam válidos o que acaba provocando erros quanto a utilização destes conceitos. Outra colocação do mesmo trabalho é a necessidade de uma melhor formação que abarque a escolha de materiais didáticos, uma vez que nestes estão presentes modelos que dependendo da forma como são apresentados podem contribuir ou dificultar a aprendizagem dos estudantes.

## METODOLOGIA

Para realização deste trabalho, foram escolhidos os livros mais citados nas bibliografias das ementas das disciplinas de Química Geral ministradas em IES brasileiras. Foram consultadas 25 ementas (disponibilizadas nos sites das IES) e acabaram apresentando correlação com o que já havia sido obtido na literatura (César, Andrade e Alvim, 2004).

Quadro 1.

Livros de Química com maior citação nas ementas das disciplinas de Química Geral e equivalentes

Código	Livro	Ocorrências
Q1	ATKINS, P.; JONES, L. (2006) <i>Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente</i> . São Paulo: Bookman.	13
Q2	BRADY, J. E. et. al. (2002) <i>Química: A Matéria e Suas Transformações</i> . Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.	16
Q3	BROWN, T. L. et al. (2005) <i>Química: A Ciência Central</i> . São Paulo: Pearson Prentice Hall.	4
Q4	KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. Jr. (2005) <i>Química Geral 1 e Reações Químicas</i> . São Paulo: Cengage Learning.	10
Q5	MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. (1993) <i>Química: um curso universitário</i> . São Paulo: Editora Edgard Blücher.	12
Q6	MASTERTON, W. L. et. al. (1990) <i>Princípios de Química</i> . Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.	6
Q7	RUSSEL, J. B. (2008) <i>Química Geral</i> . São Paulo: Pearson Makron Books.	23

Para realizar este trabalho utilizamos como técnica a análise de conteúdo (Bardin, 2004). Assim, elencamos as categorias conforme apresentavam os trabalhos de análise de modelos (mostrado no Marco Teórico deste trabalho) os quais os classificam segundo a natureza que o modelo se apresenta.

Quadro 2.

Categorias de análise dos modelos

Categorias	Nome
C1	Analógico
C2	Iconográfico
C3	Simbólico

## RESULTADOS

A partir da análise feita encontramos a seguinte distribuição dos modelos nos livros:

Quadro 3.  
Distribuição dos modelos por categoria e por livro analisado

Livro	C1	C2	C3	Total
Q1	8	41	26	75
Q2	24	23	6	53
Q3	7	11	13	31
Q4	11	14	10	35
Q5	0	17	41	58
Q6	1	9	14	24
Q7	9	22	7	38
Total	60	137	117	314

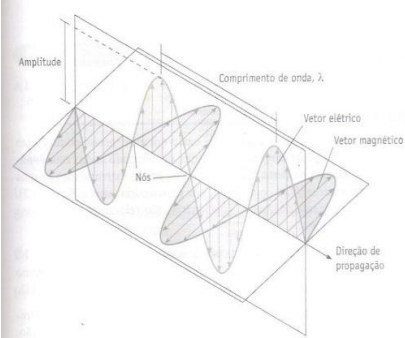
Foi percebido por esta análise que o conteúdo de Estrutura da Matéria vem cheio de referenciais a diferentes modelos seja na própria composição atômica, seja no modelo de radiação eletromagnética ou até no modelo do processo de quantização de energia. Por mais que cada livro apresente diversas referências, gostaríamos de lembrar que cada referência não equivale a um novo modelo e sim a uma unidade de análise (o parágrafo ou imagem) dedicada a explicação ou demonstração de algum modelo no livro.

O perfil que pode ser em geral analisado é que quanto maior o capítulo do livro dedicado a tal conteúdo maior o número de referências. Isso explica um pouco a grande discrepância entre os livros Q6 com 24 referências e Q1 com 75, já que o capítulo de Q1 é bem mais extenso que o de Q6. Logo, os autores dos livros apresentam uma tendência da necessidade da utilização de modelos de diferentes naturezas para explicar fenômenos relacionados à estrutura da matéria.

Aparentemente, há uma tendência do predomínio das categorias dos modelos iconográficos e simbólicos. Esse processo se diferencia dos livros do Ensino Médio que, geralmente, tem uma grande parte de referências aos modelos analógicos. Nos livros que analisamos, ocorre uma tendência pela preferência dos modelos iconográficos. Mesmo com um grande número de referências a modelos simbólicos, estes se concentram em alguns livros.

A forma iconográfica reduz a explicação à formação de imagens, sem necessariamente traçar comparativo como ocorre na analogia. Esse acaba se tornando um recurso didático forte se os alunos têm consciência de porque a imagem possui aquela dada forma. Deve-se explicar que as imagens são oriundas dos modelos simbólicos. O que ocorre em alguns casos é que as imagens são apresentadas sem fundamentação de como elas foram concebidas tornando as imagens cada vez mais como objetos de estudos do que interpretações da realidade. Lembramos que modelo iconográfico não se detém somente a imagens, mas sim ao processo de formação delas na estrutura cognitiva do aluno, logo até mesmo um parágrafo descritivo de como seria a imagem de um objeto é um modelo iconográfico.

Abaixo temos a exemplificação de alguns dos modelos encontrados com suas respectivas classificações:

Livro	Analogia	Classificação
Q1	Eles sugeriram [Samuel Goldsmith e George Uhlenbeck] que um elétron poderia se comportar, de certo modo, como uma esfera que gira, algo parecido com um planeta em torno de seu eixo. Esta propriedade é chamada de spin.	Analógico
Q4	 <p>Na década de 1860, James Clerk Maxwell desenvolveu a teoria atualmente aceita de que todas as formas de radiação se propagam através do espaço como campos elétricos e magnéticos vibratórios em ângulos retos entre si. Cada um dos campos é descrito por uma onda senoidal (a função que descreve a onda). Tais campos oscilantes emanam das cargas que vibram na superfície da fonte.</p>	Iconográfico
Q3	<p>Substituindo a expressão de energia da Equação 6.5 na Equação 6.6 e recalculando</p> $\mathbf{v} = \frac{\mathbf{c}}{\lambda} \mathbf{v} = \frac{\mathbf{c}}{\lambda}, \text{ temos:}$ $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = (-2,18 \times 10^{18} \text{J}) \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$	Simbólico

As diferenças encontradas nos livros refletem as concepções de ensino dos autores. No prefácio do livro Q5, o autor defende a não utilização de imagens, pois estas são distrativos do conhecimento o qual o aluno deve aprender. Ocorre, portanto que este livro acaba sendo carregado de modelos simbólicos, enquanto não apresenta nenhuma referência a modelos analógicos, no capítulo analisado. Esse posicionamento do autor leva seu livro a ser considerado como um dos mais difíceis para utilização no ensino da Química Geral no nível superior.

Os livros Q7, Q2 e Q1 são os livros mais citados nas ementas das disciplinas de Química Geral. Isso mostra que os professores podem levar em consideração o perfil com que o livro trabalha de apresentar um grande número de modelos iconográficos acompanhados pelo uso de analogias, como em Q7 e Q2. O livro Q1, mesmo não sendo acompanhado de bastantes analogias, apresenta um número bem superior de modelos iconográficos e, além disso, vem aliado a uma grande carga de modelos simbólicos na explicação das imagens formadas.

## CONCLUSÕES

De forma geral, vemos uma diversidade de abordagens nas apresentações dos livros texto do Ensino Superior. Entretanto, também é constatado que em todos eles há uma grande utilização da explicação de modelos científicos e que este é um recurso básico no processo de ensino-aprendizagem. A relevância deste trabalho se torna mais atenuada pela falta de trabalhos na área e que este vem a contribuir para o tópico que se torna tão essencial por sua presença em todas as obras utilizadas e por ser referenciado em todos os níveis de ensino.

---

A partir desta análise e do referenciado na literatura sobre a utilização de modelos nos livros didáticos de Ensino Médio percebeu-se que há uma grande diferença entre os perfis da apresentação dos modelos nos livros textos do ensino superior e nos livros didáticos do ensino médio. Esse perfil diferenciado dos dois grupos é natural já que ambos possuem objetivos distintos quanto ao processo de ensino-aprendizagem, o que só pode ser dito é que há algumas similaridades de analogias utilizadas em um grupo exclusivo de livros.

Para futuros estudos, pode-se então investigar as influências dos modelos presentes nos livros sobre a formação de professores. Esse tema se torna condizente com a nossa realidade, pois, os livros de Química Geral se tornam obras de referência durante toda Graduação e mesmo depois dela.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. (1996) *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. [Tradução Estela dos Santos Abreu]. Rio de Janeiro: Contraponto.
- BARDIN, L. (2004) *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- CÉSAR, J.; ANDRADE, J. C. de; ALVIM, T. R. (2004) Tendências da Disciplina de Química Geral no Brasil. *CHEMKEYS*.
- GALAGOVSKY, L.; GIACOMO, M. A. Di; CASTELO, V. (2009) Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp.1-22.
- GUIMARÃES, G. M. A.; ECHEVERRÍA, A. R.; MORAES, J. I. (2006) Modelos didáticos no discurso de professores de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(3), pp. 303-322.
- MIRANDA, R. P.; BADILLO, R. G.; GARAY, F. G. A construção de modelos na formação inicial e continuada de professores de Química. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. (2006) *Analogias, Leituras e Modelos no Ensino da Ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras.
- NUÑEZ, I. B. ; LIMA, A. A. ; SOARES, W. C. (2005) Os saberes docentes relativos aos modelos da Ciência como ferramenta do conhecimento pedagógico do conteúdo: O caso de futuros licenciados em Química. *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru.
- SANTOS, S. C. S.; TÉRAN, A. F. (2010) Aprendizagem significativa, modelos mentais e analogias no contexto construtivista: uma aproximação possível para a educação em ciências. *Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa*, São Paulo.
- TORRES, A. P. G. (2006) Consideraciones sobre la categoría epistemológica de modelo. *Tecne, episteme y didaxis: Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, 19, pp.114-127.