

# **Modelos atômicos de futuros professores de Química: teorias científicas ou representações sociais?**

## **Atomic models of future chemistry teachers: scientific theories or social representations?**

**Maria Eduarda da Silva Oliveira**

Universidade Federal do Pará  
mariaeduardaufpa@gmail.com

**Jesus Cardoso Brabo**

Universidade Federal do Pará  
brabo@ufpa.br

**Antonio Anderson Mesquita Muniz**

Universidade Federal do Pará  
muniz.anderson@yahoo.com.br

### **Resumo**

Este trabalho descreve os resultados obtidos na primeira fase de um estudo que visa coletar e analisar elementos discursivos e comportamentais de atuais e futuros professores de Química a respeito dos modos de compreender, aplicar e ensinar modelos atômicos. Baseando-se na chamada Teoria das Representações Sociais, analisa uma amostra de 78 estudantes de cursos de licenciatura que respondeu voluntariamente a um teste de evocações semiestruturado, elaborado especificamente para avaliar a saliência de evocações de termos referentes ao conceito, estrutura, utilidade e analogias relacionados às suas ideias a respeito de teorias atômicas. Os resultados indicam que as ideias dos futuros professores de química não diferem significativamente de estudantes de demais cursos de licenciatura e que, de certa forma, estão muito próximas daquelas que estudantes de educação básica possuem sobre o átomo.

**Palavras chave:** teoria atômica, representação social, professores de química, ensino de química

### **Abstract**

This paper describes the results obtained in the first phase of a study to collect and analyze behavioral and discursive elements of current and future chemistry teachers about the ways to understand, apply and teach atomic models. Relying on Social Representation Theory, analyzes a sample of 78 students in undergraduate classes who voluntarily responded to a Test of Evocation Semi Structured, specifically designed to assess the saliency of evocations of terms referring to the concept, structure, utility and related analogies their ideas about atomic theory. The results indicate that the ideas of future chemistry teachers do not differ

significantly from high school students from other degree courses and, in a way, are very close to those education high school students have about the atom.

**Keywords:** atomic theory, social representation, chemistry teachers, teaching chemistry

## Introdução

Algumas pesquisas têm apontado que a compreensão de professores sobre determinadas teorias científicas não diferem muito de seus alunos de educação básica (KRUSE & ROEHRIG, 2005; MELO e NETO, 2010). Outras, como apresentadas em artigos de revisão como de Harres (1999) e Köhnlein e Peduzzi (2002), demonstram que professores possuem „concepções“ de natureza epistemológica distorcidas que acabam influenciando na sua maneira de compreender e ensinar as diversas teorias científicas. Tais idéias acabam levando alguns desses professores a acreditar nas teorias como verdades estabelecidas e não como hipóteses cientificamente mais verossímeis.

As diversas variantes da teoria atômica, por exemplo, nos últimos dois séculos, têm sido usadas ostensivamente para explicar muitos fenômenos e processos físicos, químicos, biológicos e até mesmo psicológicos. Entretanto, o sucesso de suas aplicações não tem impedido que ela venha sendo objeto de constante avaliação e aperfeiçoamento. De tempos em tempos, as teorias atômicas têm sido baseadas em um conjunto de princípios teóricos que podem ser ilustrados pelos chamados modelos atômicos. Gradativamente, alguns desses princípios são substituídos ou aperfeiçoados com base em estudos que buscam investigar perguntas que não conseguem ser respondidas pelo conjunto de princípios vigentes até então ou que surgem ao longo de estudos relacionados a fenômenos explicados por tais princípios. Ou seja, por mais que os modelos atômicos expliquem de forma útil e perspicaz a realidade não podem ser confundidos com ela. As explicações científicas são formas de ver o mundo não a descrição exata dele. O caráter transitório das teorias científicas é bem discutido por epistemólogos como Popper (1975), Kuhn (2000), entre outros.

Estudos sobre a compreensão de modelos atômicos por estudantes têm revelado que umas das dificuldades de entender e aplicar os diferentes modelos atômicos encontra-se na falta de consciência desse tipo de interpretação, ou seja, os estudantes acham que os átomos de fato existem como descritos nos modelos o que, em muitos deles, acaba implicando em atribuição de propriedades macroscópicas aos átomos, confusão e dúvidas ao tentar entender e usar os diferentes modelos para explicar os fenômenos e resolver exercícios contidos em livros didáticos de Química.

Mortimer (1995), por exemplo, estudando as explicações de estudantes sobre experimentos como o aquecimento de tubos de ensaios com balões na boca e compressão do ar em seringas, explicou como adolescentes, que já haviam estudado sobre modelos atômicos na escola, continuavam atribuindo propriedades macroscópicas aos átomos (dilatação e mudança de estado) e a dificuldade que eles apresentavam em aceitar a existência de espaço vazio entre as partículas de matéria.

Em um artigo de revisão sobre concepções alternativas de atomística Taber (2003) assevera que os estudantes constroem seus modelos mentais a partir dos modelos históricos existentes trazendo elementos de mais de um modelo, ou seja, os modelos criados pelos alunos são frutos da mesclagem dos modelos históricos existentes com os conhecimentos previamente adquiridos pelos alunos.

Outros trabalhos (DE LA FUENTES *et al*, 2003; GOMES e OLIVEIRA, 2007; SANTANA *et al*, 2011; SANDRI *et al*, 2011) mostram que estudantes do ensino médio e até mesmo universitários - ou seja, que, em tese, já haviam estudado diferentes modelos atômicos - usam majoritariamente ideias relacionadas chamado modelo atômico de Rutherford - núcleo maciço, composto por partículas subatômicas, e elétrons girando ao redor - para explicar propriedades e fenômenos químicos diversos, inclusive aqueles que não podem ser explicados por este modelo, por exemplo, distribuição eletrônica, estabilidade da eletrosfera, raias espectrais etc.

Segundo Gomes e Oliveira (2007) esse resultado majoritário era, de certa forma, esperado, tendo em vista que esse modelo é o atualmente mais aceito para esse nível de escolaridade, sendo muitas vezes tratado como a melhor explicação atual para a estrutura atômica.

Todavia, em nossa opinião, aceitar isso é, no mínimo, uma acomodação imprópria, pois o modelo de Rutherford não explica a maioria das propriedades químicas tratadas nesse nível de escolaridade (ensino médio): distribuição eletrônica, raio atômico, propriedades periódicas etc., ou seja, não deveríamos nos contentar que nossos estudantes consigam apenas lembrar-se de traços de modelos que revelaram-se limitados para explicar a grande maioria das propriedades químicas estudadas na escola. A não ser que a memorização de fórmulas ou „macetes“ de aplicação de regras sobre tais propriedades químicas seja o objetivo do nosso ensino.

Os resultados das pesquisas mencionadas nos leva a refletir sobre até que ponto a falta de compreensão e uso de teorias atômicas mais recentes pode ser atribuída exclusivamente aos alunos. Será que os professores de química compreendem plenamente os argumentos, experimentos e fatos científicos de cada uma dessas teorias? A possível falta de compreensão e/ou expressão do sentido e aplicação dessas teorias pelos professores poderia estar influenciando na (dificuldade de) aprendizagem de seus alunos? Os professores de fato dominam o assunto?

Esse trabalho faz parte de um projeto mais amplo que, usando a Teorias das Representações Sociais (MOSCOVICI, 1978/1961), espera contribuir para o esclarecimento de possíveis influências discursivas dos professores na aprendizagem dos estudantes sobre os diferentes modelos atômicos, investigando questões do tipo: será que os professores de química possuem representações sociais das teorias atômicas? Quais os conteúdos mais proeminentes dessas representações? Como eles estão relacionados entre si? No que e como se originam? O que implicam na aprendizagem dos alunos?

## **Materiais e métodos**

A chamada Teoria das Representações Sociais (TRS), proposta inicialmente por Moscovici (1978/1961) é uma abordagem teórica da Psicologia Social que visa explicitar como, sob certas circunstâncias, um conjunto de crenças, preconceitos, estereótipos e ideias mantidas por determinados grupos - as representações sociais - estruturam-se entre si formando verdadeiras „teorias implícitas“ que, no dia-a-dia das práticas sociais, funcionam regulando comportamentos dos sujeitos pertencentes a esses grupos. A pertinência teórica do modelo de mecanismos de organização e funcionamento de processos psicossociais (MOSCOVICI, 1978/1961; JODELET, 1984) e de sua estrutura (ABRIC, 1987 e 1993; FLAMENT e MOLINER, 1989), bem como o valor heurístico da TRS, tem impulsionado a expansão do número de investigações a respeito dos mais diversos temas e grupos sociais.

Para investigar a possível existência de representações sociais sobre modelos atômicos em

uma amostra de professores de química, combinaremos o uso de dados quantitativos de análise de evocações com dados qualitativos de análise de conteúdo de entrevistas, a fim de detectar possíveis indícios discursivos que possam corroborar ou não essa hipótese.

Nesse primeiro estudo, descreveremos os resultados da análise de dados coletados mediante a aplicação de um teste de evocações semiestruturado (BRABO, 2011) em uma amostra 78 estudantes de cursos de licenciatura, sendo 45 estudantes que cursavam o terceiro semestre ou posterior de cursos de licenciatura em química de universidades públicas paraenses, os quais já haviam cursado disciplinas sobre a estrutura da matéria e 33 estudantes de outros cursos de licenciatura dessas mesmas universidades. Essa distribuição foi escolhida para podermos contrastar os resultados entre as respostas dos estudantes de química com a dos estudantes dos demais cursos.

Os dados foram coletados por meio de um formulário padrão, publicado nos formatos impresso e *online*. O primeiro distribuído nas salas de aula para aqueles que voluntariamente pudessem respondê-los e o endereço URL do segundo foi enviado, por e-mail, para vários estudantes que também voluntariamente poderiam acessá-lo e respondê-lo.

Nessa primeira fase foi feita apenas a coleta de dados de evocações mediante o que convencionamos chamar de Teste de Evocação Semiestruturado (TESE). Uma adaptação simplificada do método de esquemas cognitivos de base (ROUQUETTE, 1994) para obter uma especificação mais fina de diferentes relações de termos evocados e ainda possibilitar a composição de mapas conceituais (MOREIRA, 1980) a partir do tratamento dos dados discursivos com o software EVOC - *Ensemble de Programmes permettant l'analyse des Evocations* (VERGÈS, 2002).

As perguntas do TESE sobre modelos atômicos foram elaborados para captar de um a quatro termos relacionados aos seguintes componentes da estrutura de possíveis representações sociais:

- i. Conceitual (Átomo é...): palavras que, teoricamente, possam explicitar os conceitos diretamente associados ao termo indutor.
- ii. Estrutural (Átomo possui...): palavras que, teoricamente, explicitem componentes associados ao termo indutor.
- iii. Utilitário (Átomo serve para...): palavras que, teoricamente, explicitem a utilidade percebida pelos indivíduos em relação ao termo indutor.
- iv. Analógico (Átomo lembra...): palavras que, teoricamente, explicitem as analogias mais comuns associadas ao termo indutor.

O software EVOC organiza os dados em uma estrutura semelhante a uma tabela (gráficos de Vergès), que possui quatro regiões principais ou quadrantes. Os gráficos de Vergès mostram a distribuição dos termos evocados em cada pergunta considerando a frequência e ordem de evocação dos termos que, possivelmente, possam compor o chamado núcleo central (que aparecem no 1º quadrante do gráfico), os termos periféricos (3º quadrante) e os termos intermediários (2º e 4º quadrantes) de uma possível representação social (Vergès, 1992).

## Resultados

Após o tratamento de dados obtivemos oito gráficos de Vergès, tal qual a Figura 1. Por questões de limitação de espaço não será possível colocar todos os gráficos neste texto. Por isso optamos em mostrar apenas um deles para ilustrar os resultados obtidos após o tratamento das evocações coletadas.

Como base nos gráficos de Vergès, podemos traçar uma espécie de mapa conceitual com os termos que compõe o núcleo central e comparar os diagramas de diferentes amostras ou estratos de uma mesma amostra. Optamos em segmentar nossa amostra em duas partes, uma composta somente por estudantes de cursos de licenciatura em química e outra pelos estudantes universitários dos demais cursos. Como isso, traçar dois diagramas distintos que, para efeito de contraste, foram integrados em um único diagrama representado na Figura 2.

TABELA 1. Gráfico de Vergès par a pergunta “Átomo é...” (N = 45 pessoas).

	ORDEM $\leq$ 1,8		ORDEM $>$ 1,8			
FREQ. $\geq$ 7	partícula	22	1,273	indivisível	11	2,182
				pequeno	11	2,273
6 $>$ FREQ. $\geq$ 3	menor	4	1,250	elemento	4	2,250
	menor parte	5	1,000	matéria	4	2,250
	neutro	3	1,667	unidade básica	5	2,200

Parâmetros: freq. mín.: 3, freq. interm.: 7, ordem média.: 1,8.

Figura 1: Um dois oito Gráfico de Vergès do TESE (Licenciandos em Química)

Na Figura 2 as palavras grifadas com fundo cinza representam os termos obtidos a partir da análise de evocações que aparecem somente na amostra de licenciandos em química, nos retângulos com linha tracejada os termos que aparecem somente na amostra de outros professores e as dos retângulos com linhas contínuas os termos que apareceram em ambas amostras.

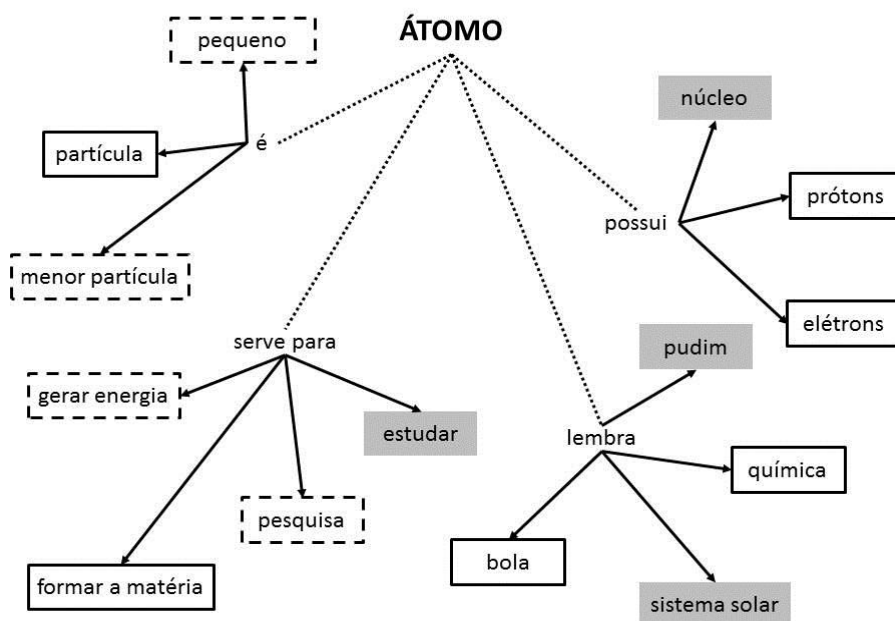


Figura 2: Mapa conceitual contrastando evocações dos grupos da amostra

## Considerações finais

Os resultados dessa primeira fase de pesquisa parecem corroborar os resultados de pesquisas que apontam o modelo atômico de Rutherford como representação majoritária no discurso de jovens estudantes (DE LA FUENTES *et al*, 2003; GOMES e OLIVEIRA, 2007; SANTANA *et al*, 2011; SANDRI *et al*, 2011). Entretanto, cabe lembrar que, parte dos sujeitos da nossa amostra são futuros professores de Química e, portanto, poder-se-ia esperar a presença de componentes de modelos atômicos mais atuais (onda, nuvem, teoria etc.) figurando entre os termos salientes de seus discursos. Na Figura 2, onde sobreposmos os elementos de maior frequência e prontidão de evocação dos dois segmentos da amostra investigada, podemos perceber que não há diferenças significativas entre termos evocados pelos sujeitos dos diferentes segmentos da amostra. A menção do termo “núcleo” como componente, a presença de analogias como “pudim” e “sistema solar”, a menção da palavra “estudar” associada a utilidade do átomo e a ausência do termos “menor partícula” e “pequeno”, não fornece indícios de que a representação de modelos atômicos dos estudantes de química são mais sofisticadas do que dos demais estudantes de licenciatura, muito menos dizer que elas diferem substancialmente das representações dos estudantes de educação básica mostradas em pesquisas sobre concepções alternativas de estudantes sobre o tema tais como discutidas em Mortimer (1995) e Taber (2003). Também não foi encontrado nenhum indício de que haja uma compreensão do átomo como uma teoria científica, ou seja, os termos mais importantes parecem refletir uma compreensão do átomo como uma realidade e não como uma teoria que explica essa realidade, que, por sua vez, pode corroborar a existência de concepções epistemologicamente distorcidas tais como as apresentados nos trabalhos de Porlán (1989), Harres (1999) e Köhnlein e Peduzzi (2002).

Obviamente, essas são as primeiras hipóteses de um estudo que terá que ser aprofundado. Para que possamos supor de maneira mais consistente que existe uma representação social sob modelos atômicos circulando entre professores de química (ou outro grupo que possa ser estudado) temos que combinar os resultados dos testes de evocações com os resultados de análise de conteúdo de entrevistas, triangulando possíveis evidências que possam servir de suporte para avaliação de hipóteses postas em questão. Além disso, submeter os resultados aos critérios de análise de representações sociais sugeridos por Moliner (1996) e Wagner (1998) para avaliar até que ponto o objeto, o grupo de estudo e contexto social oferecem condições para emergência de representações sociais sobre o tema.

Acreditamos que a continuidade dessa pesquisa poderá - além de identificar e categorizar possíveis representações sociais de atuais e futuros professores de química sobre modelos atômicos, mediante a elaboração e testagem de instrumentos para coleta de dados específicos do tema em questão - servir como parâmetro de sugestões didático/curriculares para lidar com as possíveis representações sociais encontradas no estudo e ainda, é claro, produzir referencial teórico e instrumentos de coleta e análise de dados para futuros estudos correlatos.

## Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa de IC.

## REFERÊNCIAS

ABRIC, J.C. Central system, peripheral system: their functions and roles in the dynamics of social representation. **Papers on Social Representation**, 2(2), p.75-78, 1993

ABRIC, J.C. **Coopération, Compétition et Représentations sociales**. Cousset, Suisse: DelVal. 1987.

BRABO, J.C. **Contenido y estructura de representaciones sociales sobre pedagogía y pedagogos en profesores de ciencias**. Universidad de Burgos. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Tese de Doutorado. 2011. Disponível em <http://hdl.handle.net/10259/161>.

DE LA FUENTES, A.M.; PERROTA, M.T.; DIMA, G.; GUTIÉRREZ, E.; CAPUANO, V. e FOLLARI, B. Estructura atômica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8º de EGB). **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 1, p. 123-134, 2003.

FLAMENT, C. & MOLINER, P. Contribution expérimentale à la théorie du noyau central d'une représentation (pp.139-141). In J.L. Beauvois, R.V. Joule & J.M. Monteil (Eds.) **Perspectives cognitives et conduites sociales: représentation et processus cognitifs**. Cousset, Suisse: DelVal. 1989

GOMES, J. P. H; OLIVEIRA, O. B. O. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 12, p 96-109, 2007.

HARRES, J.B.S. (1999). Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, 4 (3), 197-201.

JODELET, D. (1984). Représentations sociales: phénomènes, concept et théorie. In S. Moscovici (Org.), **Psychologie sociale** (pp.357-378). Paris: Presses Universitaires de France.

KÖHNLEIN, J.F.K. & PEDUZZI, L.O.Q. (2002). Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências. In **VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF**. Águas de Lindóia/SP. Recuperado em 27 de setembro, 2009, de [http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/PA3\\_01.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/PA3_01.pdf).

KRUSE, R.A. & ROEHRIG, G. H. A Comparison Study: Assessing Teachers' Conceptions with the Chemistry Concepts Inventory. *Journal of Chemical Education*, v.82 (8), p.1246, 2005.

KUHN, T. **The road since structure: philosophical essays, 1970-1993**, with an autobiographical interview. Chicago: University of Chicago Press, 2000.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. In: **IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, São Cristovão. 2010.

MOLINER, P. (1996). Condições de Emergência de Representação Social [Angela Almeida, trad. livre]. Extraído de P. Moliner (Ed.). **Images et représentations sociales** (pp.33-48). Grenoble: PUG.

MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v. 32 (4), p. 474-479, 1980.

MORTIMER, E.F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**. v.1 (1). 1995.

MOSCOVICI, S. **A representação social da psicanálise** (trad. Álvaro Cabral). Rio de Janeiro: Zahar (Publicado originalmente em 1961). 1978

- POPPER, K. **Conhecimento Objetivo**: Uma Abordagem Evolucionária. Belo Horizonte: Itatiaia Limitada, 1975.
- PORLÁN, R. Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo Profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores. Tesis de doctorado, Universidad de Sevilla, España. 1989
- ROUQUETTE, M. Une classe de modèles pour l'analyse des relations entre cognèmes. IN GUIMELLI, C. (Ed.) **Structure et transformations des représentations sociales**. Lausanne: Delachaux et Niestlé, p.152-170, 1994
- SANDRI, I. G. ; MARTINS, J.A. ; PIEMOLINI-BARRETO, L. T. ; VILLA-BOAS, V. . Concepções Prévias do Modelo de Átomo dos Alunos de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química. In: **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2011, Blumenau. COBENGE, 2011.
- SANTANA, K. V. R.; SARMENTO, V. H. V.; WARTHA, E. J. Modelos atômicos e estrutura celular: uma análise das ideias dos estudantes de química do ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 2, p. 110-122, jul/dez 2011.
- TABER, K. S. The atom in the chemistry curriculum: fundamental concept, teaching model or epistemological obstacle? **Foundations of Chemistry**, 5 (1), p.43-84, 2003.
- VERGÈS, P.. Ensemble de Programmes Permettant L'analyse des Evocations–EVOC. **Manuel**, Version 5. 2002.
- VERGÈS, P. L'évocation de l'argent : Une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. **Bulletin de Psychologie**, XLV (405), p.203-209. 1992
- WAGNER, W. Sociogênese e características das representações sociais. IN: PAREDES, A.S. e OLIVEIRA, D. C. de. (org.) **Estudos interdisciplinares de Representação Social**. Goiânia: AB. 1998. p.03-26