



# REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

## 02

# FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA E PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO ACERCA DOS SABERES RELATIVOS AOS MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA

*INITIAL TRAINING OF CHEMISTRY TEACHERS AND TEACHING PROFESSIONALIZATION: A STUDY ABOUT THE KNOWLEDGE RELATING TO MODELS FOR TEACHING CHEMISTRY*

**Analice de Almeida Lima**<sup>1</sup>

**Maria Elizabete Pereira dos Santos**<sup>2</sup>

**Suely Alves da Silva**<sup>3</sup>

**Sandra Rodrigues de Souza**<sup>4</sup>

**Virgínia Maria Loureiro Xavier**<sup>5</sup>

([analice05@yahoo.com.br](mailto:analice05@yahoo.com.br))

**1,2,3,4,5. Universidade Federal Rural de Pernambuco**

**Analice de Almeida Lima**, professora do Departamento de Educação e do PPGECC da UFRPE. Graduada em Química Industrial e Licenciatura em Química pela UNICAP, Mestre em Química Orgânica pela UFPE e Doutora em Educação pela UFRN.

**Maria Elizabete Pereira dos Santos**, professora do Departamento de Educação da UFRPE, no Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, graduada em Zootecnia e Licenciatura em Ciências Agrícolas, Mestre em Educação pela UFPB.

**Suely Alves da Silva**, professora do Departamento de Educação e do PPGECC da UFRPE. Graduada em Licenciatura em Química pela UFRPE, Mestre em Química Inorgânica pela UFPB e Doutora em Físico-Química pela UFPB.

**Sandra Rodrigues de Souza**, professora do Departamento de Educação da UFRPE, Graduada em Licenciatura em Química, Mestre em Ciências do Solo pela UFRPE e Doutora em Bioquímica pela UFPE.

**Virgínia Maria Loureiro Xavier Cordeiro**, professora do Departamento de Educação da UFRPE. Graduada em Pedagogia, Mestre em Gestão de Políticas Públicas e Doutora em Ciências da Educação pela Universidad Americana, Assunção, Paraguai.



## RESUMO

Neste trabalho, nosso objetivo foi analisar as ideias de 13 concluintes do curso de licenciatura em química da Universidade Federal Rural de Pernambuco acerca dos modelos no ensino da referida disciplina. Durante a investigação, debruçamo-nos em questões inerentes à profissionalização dos docentes a ela dedicados, vislumbrando a visão dos futuros professores em relação ao papel dos modelos no ensino-aprendizagem de química, uma vez que a elaboração e a socialização de modelos constituem fundamentos para a construção do conhecimento científico e um importante saber na construção da profissionalidade dos licenciandos. Como instrumento de pesquisa, recorreremos ao questionário e à entrevista. A análise dos dados sinalizou que os modelos como categoria didática mediadora no processo ensino-aprendizagem estão presentes nas respostas da maioria dos licenciandos, mas o caráter epistêmico dos modelos não parece evidente. Os resultados nos permitiram refletir sobre o processo de formação inicial, no sentido de apontar algumas sugestões para que a categoria modelos seja abordada durante o processo formativo inicial de professores de química, subsidiando a profissionalização docente.

**Palavras-Chave:** Modelos, Profissionalização Docente, Formação Inicial.

## ABSTRACT

In this paper, our goal was to analyze the ideas of 13 Chemistry undergraduates at the Federal Rural University of Pernambuco about the models in the teaching of this course. During the investigation, we focus on issues related to the professionalization of teachers dedicated to it, glimpsing the future teachers vision of the role of models in the chemistry teaching, since the development and socialization of models constitutes grounds for the construction of scientific knowledge and important knowing to build the professionalism of undergraduates. As research tools, we did questionnaires and interviews. Data analysis indicated that the models as didactic category mediator in the teaching-learning process are present in the responses of most undergraduates, but the epistemic character of the models does not seem evident. The results allowed us to reflect on the initial training process, to point out some suggestions for the category models to be approached during the initial training process of chemistry teachers subsidizing the teaching professionalization.

**Keywords:** Models, Teaching Professionalization, Initial Training.



## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa em educação, na atualidade, tem-se debruçado sobre áreas diferenciadas, promovendo, assim, uma reflexão crítica em relação a diversos aspectos do complexo contexto educacional influenciado pelas mudanças da sociedade contemporânea no campo político, econômico e cultural. Isso nos remete a um novo olhar para o ensino ministrado em nossas escolas e universidades.

Neste contexto, dedicamo-nos, nesta investigação a questões inerentes à profissionalização dos docentes de química, destacando a visão de futuros professores de química em relação ao papel dos modelos no ensino-aprendizagem desta disciplina, já que a elaboração e a socialização de modelos constituem a base para a construção do conhecimento científico e importante saber na construção da profissionalidade dos licenciandos.

Apesar do termo modelo, ser discutido, na literatura relativa ao ensino de ciências, com diversos sentidos (KAPRAS et al., 1997), entendemos nessa investigação, como forma de representar, de maneira simplificada, um objeto, evento, sistema, ideias com finalidades descritiva, explicativa ou preditiva. Mais didaticamente, Justi e Gilbert (2000) exploram o significado do aludido termo, apresentando uma tipologia em que diversos tipos de modelos ocorrem no processo de construção até sua socialização.

Segundo os citados autores, um modelo pode ser entendido como representação de determinado objeto, processo, evento, sistema ou ideia originada de uma atividade mental. O modelo mental é uma representação individual e pessoal possível de ser construída individualmente ou em grupo, mas inacessível a outras pessoas. Modelo expresso é a forma como essa atividade mental se expressa para as outras pessoas, seja pela fala, ações, seja por qualquer outra maneira simbólica. Quando esse modelo se torna consenso dentro de determinado grupo social, chama-se modelo consensual, que é denominado científico quando consenso em uma comunidade científica. O modelo histórico é o científico produzido em contexto específico, mas superado e colocado à margem da ciência. Pela complexidade dos modelos científicos, nas aulas de ciências, são ensinadas apenas suas simplificações, denominadas de modelos curriculares. E, finalmente, o modelo de ensino (didático, ou pedagógico): além dos objetos concretos trazidos pelo professor, inclui-se todo o subsídio que ele utiliza para ajudar a aprendizagem dos alunos, como, por exemplo, ilustrações, gráficos, esquemas, analogias etc.

A importância dos modelos na construção do conhecimento científico e sua influência no ensino-aprendizagem de ciências na educação básica são temas em destaque nas literaturas nacional (CHASSOT, 2003; NÚÑEZ; NEVES; RAMALHO, 2005; LIMA; NÚÑEZ; SOARES, 2005; JUSTI, 2006; LIMA, 2007; FRANCISCO JÚNIOR, 2010) e internacional (CASTRO, 1992; HODSON, 1992; ISLAS; PESA, 2003; HARRISON; TREAGUST, 2000; JUSTI; GILBERT, 2000, 2001, 2002; GILBERT, 2004), pois, por meio da ciência, procuramos compreender a natureza, utilizando representações teóricas que constituem sistemas epistêmicos de explicação, isto é, os próprios conceitos e teorias podem ser representados como modelos com suas potencialidades e limitações (NÚÑEZ; NEVES; RAMALHO, 2005).

Nessa perspectiva, convém investigar, na formação inicial de professores de química, a compreensão deles sobre os modelos no ensino dessa disciplina, de modo a se reunirem subsídios para se propor um processo formativo capaz de fomentar reflexões críticas acerca do conhecimento químico, sua natureza e construção, e demonstrar como os modelos constituem ferramenta essencial em tal processo de construção.

Diante do exposto, objetivamos analisar as ideias dos licenciandos em química a respeito dos modelos no ensino dessa disciplina, fornecendo, assim, subsídios e sugestões à formação inicial de professores de química.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE: IMPORTÂNCIA DA (RE)CONSTRUÇÃO DE SABERES DOCENTES NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE QUÍMICA

A formação de professores de química tem-se configurado como tema relevante nas pesquisas, no campo da didática das ciências. Esse interesse relaciona-se, entre outras questões, com as preocupações inerentes à profissionalização de docentes que atuarão ou atuam no ensino da referida disciplina na educação básica.

Para compreendermos a categoria profissionalização, adotamos o referencial teórico proposto por Ramalho, Núñez e Gauthier (2003), segundo o qual a profissionalização docente se fundamenta tanto na ação quanto nos conhecimentos especializados. Ela representa o processo que, acima de tudo, se destina a integrar saberes na atualização das competências profissionais, além de ser entendida “como uma forma de representar a profissão como processo contínuo/descontínuo ao longo da história da docência” (NÚÑEZ; RAMALHO, 2008, p.1).

De acordo com Ramalho, Núñez e Gauthier (2003), tal categoria apresenta duas dimensões intimamente relacionadas: a profissionalidade - refere-se aos saberes, às competências etc. do agir profissional - e o profissionalismo - relaciona-se à busca do reconhecimento profissional, de maior status do grupo, das condições adequadas para o trabalho, de integração a um grupo profissional etc.

O paradigma da profissionalização da docência emergiu em oposição ao paradigma da racionalidade técnica, que, até então, prevalecia como referência para a formação docente. Naquele, o professor é visto como profissional que age com competência, mobilizando, de forma consciente, diferentes recursos (saberes, valores, atitudes etc.) em sua prática docente. Nesse contexto, os estudos sobre os saberes profissionais se constituem em objeto de pesquisa a respeito dos professores e de sua formação (RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003). Na mesma direção, Gatti (2011, p.11) afirma que "não há consistência em uma profissionalização sem a constituição de uma base sólida de conhecimentos e formas de ação".

Conforme Gauthier et al. (1998, p. 20), um dos grandes desafios da profissionalização é distanciar-se de dois erros. O primeiro relaciona-se ao fato de se conceber o ensino como um ofício sem saberes, em que "certas ideias preconcebidas apontam para o enorme erro de manter o ensino numa espécie de cegueira conceitual". Para o ato de ensinar, nessa perspectiva, basta conhecer o conteúdo, ter talento, ter bom senso, seguir a própria intuição, ter experiência ou cultura. O segundo erro envolve a ideia do ensino como um corpo de saberes sem ofício, o que implica formalização do ensino com redução de sua complexidade e, assim, seus correspondente na realidade. Tais saberes provocam o esvaziamento do contexto concreto de exercício do ensino. A ideia de um ofício feito de saberes deve nortear, segundo os citados autores, o caminho em busca da profissionalização docente.

Na atualidade, a linha de investigação conhecida como conhecimento profissional do professor ou saberes profissionais do professor tem merecido destaque e levantado uma série de questionamentos acerca do que deve saber o professor em termos de conhecimentos científicos, filosóficos e educativos e, principalmente, do que deve ensinar, quer dizer, as estratégias didáticas a adotar para uma melhoria na aprendizagem de seus alunos.

Shulman (1987), nessa direção, aponta que os partidários da reforma profissional nos EUA fundamentavam na convicção de existir um knowledge base (conhecimento base) ao ensino, ou seja, um conjunto codificado ou codificável de conhecimentos, destrezas, compreensão e tecnologia, de ética, disposição, de responsabilidade coletiva. Para o mesmo autor, é necessária ao professor uma forma de representar e comunicar o conhecimento base, a fim de auxiliar a aprendizagem dos alunos.

Estimulada pelo programa de pesquisa knowledge base, a pesquisa sobre o ensino passou a ter, como uma das vertentes, a investigação relativa aos saberes dos professores, saberes especializados, próprios da profissão, e não ao seu desempenho, eficiência e eficácia. Dessa forma, a questão dos saberes passou a vincular-se à profissionalização docente, pois cada categoria profissional detém os próprios saberes que a diferenciam de outra. Veja-se, por exemplo, a especificidade das licenciaturas e dos bacharelados. No âmbito brasileiro, as discussões nesse sentido foram iniciadas nos anos 1990, período durante o qual assistimos emergirem os discursos que contemplavam as novas perspectivas discutidas internacionalmente: formação voltada à construção de competências profissionais que contribuíssem com a profissionalização do ensino.

A preocupação em se conceber que a formação profissional está atrelada aos saberes para o ensino favorece a formação que contempla as peculiaridades da prática docente. As pesquisas focalizadas nessa questão, têm sido direcionadas a investigar os saberes utilizados pelos docentes em sua prática cotidiana, de modo a propiciar subsídios à formação deles próprios.

Autores como Nunes (2001), Monteiro (2001), Tardif (2010), Ramalho, Núñez e Gauthier (2003) ressaltam a importância de estudos que tenham por objeto os saberes docentes, para se compreender a base de conhecimentos da formação - característica de cada atividade profissional. Certamente, tal atitude contribuirá para revisão da compreensão da prática pedagógica do professor, tomado como mobilizador de saberes.

Shulman (1986), por sua vez, defende a recuperação do "paradigma perdido", o qual valorizava o saber do professor quanto ao conteúdo do ensino e da aprendizagem. O referido paradigma traz como contribuição importante o fato de chamar a atenção para aspectos fundamentais da formação teórica do docente, dando relevância às reflexões teórica e epistemológica sobre a matéria de ensino. Além do mais, defende que o domínio dessa não deve ser apenas sintático (regras e processos relativos) mas sobretudo substantivo e epistemológico (relativo à natureza e aos significados dos conhecimentos, ao desenvolvimento histórico das ideias, ao fundamental e ao secundário, aos diferentes modos de organizar os conceitos e princípios básicos da disciplina, às concepções e crenças que os sustentam e legitimam).

Na perspectiva de profissionalizar o trabalho docente, Shulman (1986, 1987) tem dado contribuições relevantes ao desenvolver estudos que refletem na base de conhecimento para o ensino, quando discute vários tipos de conhecimentos fundamentais à profissão docente, os quais indicamos a seguir:

- do conteúdo: refere-se ao domínio do conteúdo a ser ensinado ;
- pedagógico geral: leva em consideração, especialmente, os princípios e estratégias gerais de manejo e organização da sala de aula que vão além do âmbito da disciplina;
- curricular: dá especial ênfase aos materiais e programas que servem como ferramentas para o ofício do professor;
- dos alunos e de suas características;
- pedagógico do conteúdo: espécie de amálgama do conhecimento da matéria com a pedagogia, o que constitui esfera exclusiva dos professores, sua forma especial de compreensão profissional;
- dos contextos educativos: abarca desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula, a gestão e o financiamento dos distritos escolares, até as características das comunidades e culturas;
- dos fins, propósitos e valores educacionais e suas bases filosóficas e históricas.

Segundo Shulman (1986), os professores desenvolvem, para cada disciplina um conhecimento pedagógico do conteúdo específico, produzido de forma pessoal, na prática de ensino. Isso caracteriza o ensino como profissão, como uma forma de pensamento e ação pedagógica por meio da qual eles transformam a matéria em representações compreensíveis aos estudantes (MELLADO JIMÉNEZ; BLANCO NIETO; RUIZ MACIAS, 1999). O conhecimento pedagógico do conteúdo, portanto, é um saber base da profissionalidade e, conseqüentemente, da profissionalização.

Nesta investigação, debruçamo-nos sobre questões relacionadas à profissionalidade do docente de química, ressaltando a temática dos conhecimentos ou saberes necessários à profissão docente bem como as categorias “conhecimento pedagógico do conteúdo” (CPC) e “conhecimento do conteúdo” (CC) apresentadas por Shulman (1986, 1987), em virtude da relação direta com o uso de modelos no ensino da aludida disciplina.

O conhecimento do conteúdo está relacionado com o conteúdo específico da disciplina, contemplando o domínio da natureza e a construção histórica desse conhecimento específico. Dominar o conteúdo é fundamental para o professor ter autonomia intelectual, a fim de produzir seu próprio currículo. Assim, estará constituindo-se como mediador entre o conhecimento historicamente produzido e aquele – o escolar reelaborado e relevante socioculturalmente – a ser construído pelos alunos (FIORENTINI; SOUZA; MELO, 2001).

Já o conhecimento pedagógico do conteúdo está relacionado com o tratamento dado pelo professor ao conteúdo específico a ser ensinado. Contempla, pois, a utilização de procedimentos didáticos, como explicações, elaboração de modelos, uso de analogias etc, além de, segundo Pimenta e Anastasiou (2005), métodos de instrução e avaliação voltados para determinado contexto e demonstrações relacionadas ao cotidiano, uma vez que as novas possibilidades da didática estão emergindo das investigações sobre o ensino como prática social viva. O CPC tem por função reorganizar e transformar o conteúdo disciplinar, levando em conta os alunos, o contexto e o currículo como um processo pelo qual se busca encontrar novas relações e possibilidades entre o conteúdo e sua representação. Esse conhecimento representa a interação da matéria a ser ensinada com a didática, o que permite compreender como determinados temas e problemas são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e capacidades dos alunos e como são expostos ao ensino (SHULMAN, 1987).

Apesar das contribuições dos estudos de Lee Shulman apresentadas até o momento, convém apontarmos algumas limitações de sua perspectiva teórica discutidas por autores como, Bolívar (1995), Fiorentini, Souza e Melo (2001).

Bolívar (1995) faz uma crítica ao programa de trabalho de Shulman em relação à redução da profissionalização e dos conteúdos às relações acadêmicas com os alunos. De fato, outras dimensões de caráter mais organizativo, social e ideológico fazem parte também da construção e do exercício da profissão docente. Por sua vez, o próprio Shulman assume que o estatuto epistemológico do conhecimento de ensino não pode desligar-se do ideológico.

Outra crítica refere-se ao fato de que o saber produzido na prática, na experiência profissional, não foi explorado por Shulman. Para Sockett (apud FIORENTINI; SOUZA; MELO, 2001), o professor, diante de uma situação singular, que se reflete na ação, opta por procedimento diferente daquele idealizado pela pedagogia.

Apesar de entendermos as limitações teóricas das propostas de Shulman (característica de qualquer teoria, não apenas no campo educacional), defendemos a necessidade de as formações inicial e continuada contemplarem os principais aspectos teóricos e metodológicos relacionados ao agir do docente nas aulas de química. Isso não significa que, durante a sua

experiência profissional, ele os tome como receitas, pois, ao longo de sua trajetória, o docente reflete, modifica, reconstrói seus saberes.

Enfim, é importante definir um repertório de conhecimentos básicos para o exercício da docência e como veremos nas seções subsequentes, compreender que qualquer modelo apresenta limitações, portanto não contempla todos os aspectos do que pretende representar, explicar e prever.

## **2.2. OS MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA: CONSIDERAÇÕES ACERCA DE SUA IMPORTÂNCIA NA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS QUÍMICOS**

A necessidade de articulação entre as realidades específicas e geral (o mundo submicro e macro) é preocupação salientada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), uma vez que, para se compreender uma transformação química, recorre-se a interpretações conforme modelos explicativos do mundo submicroscópico, bem como se constroem modelos que subsidiem a compreensão dessas transformações.

Os PCN+ (BRASIL, 2002, p. 87) ressaltam também a importância dos modelos explicativos: “[...] em consonância com o desenvolvimento histórico dessa ciência, a química deve ser apresentada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos”. Conforme Islas e Pesa (2003), a importância deles não é devidamente destacada durante as aulas de ciências, o que pode originar problemas, como falta de discriminação entre o modelo e a realidade que ele representa, desconhecimento entre os limites de validade dos modelos e das conclusões obtidas de sua utilização.

De acordo com Castro (1992), na química, um modelo se destina a ajudar a interpretar os fenômenos químicos; a permitir a previsão do comportamento dos sistemas químicos sob condições específicas impostas pelo entorno circundante e estabelecer as adequadas correlações entre conjuntos bem definidos de dados experimentais e cálculos teóricos. Ao se estudar um fenômeno químico, na forma teórica ou experimental, inevitavelmente se recorre a alguma aproximação, por meio de modelos, visto que a limitação dos nossos sentidos não nos permite visualizar diretamente os fenômenos e os resultados oriundos dos experimentos (CASTRO, 1992).

A utilização de modelos no ensino de ciências é vista também como essencial por Harrison e Treagust (2000). Conforme tais autores, os modelos fazem parte do pensamento e do trabalho científico, ou seja, estão integrados na ciência, inclusive porque são produtos dela, métodos e melhores ferramentas do ensino-aprendizagem; logo, devem ser apresentados como construções humanas, com suas potencialidades e limitações. Apesar disso, os mesmos autores reconhecem que essa não é uma questão contemplada pela maioria dos professores e livros didáticos.

Por outro lado, a importância do trabalho com modelos nas aulas de ciências é ratificada por autores, como Hodson (1992) e Justi e Gilbert (2002), segundo os quais, para aprender ciências, deve-se entender os principais modelos científicos relativos aos tópicos em estudo bem como a abrangência e a limitação deles. Ao lado disso, deve-se desenvolver visão adequada sobre a natureza deles. Nesse sentido, é preciso subsidiar os alunos na avaliação dos modelos científicos. Já, para aprender fazer ciência, deve-se criar, expressar e testar os próprios modelos.

Para Justi (2006), a aprendizagem por meio de modelos pode ter lugar em dois momentos do processo de ensino-aprendizagem: na construção (modelagem) e na utilização do modelo. Quando este é construído, cria-se um tipo de estrutura representativa que desenvolve uma forma científica de pensar e, ao se utilizar o modelo, aprende-se sobre a situação representada por ele.

Chassot (2003) considera essencial a discussão acerca dos modelos no ensino de ciências em qualquer grau de escolaridade. Por exemplo, este autor indica que se comenta sobre modelo de átomos prováveis, mas não sobre modelos moleculares prováveis ou modelos prováveis para reações químicas, tidos como reais. O referido autor destaca algumas questões interessantes, vejamos:

- os modelos são prováveis e, às vezes, os considerados ultrapassados podem ser adequados para explicar alguma situação. No ensino de química, por exemplo, raramente recorremos ao modelo aceito na atualidade para o átomo (modelo quântico), a fim de explicar a maioria dos conteúdos dessa disciplina;
- o papel do aluno, do professor e do pesquisador são essenciais na construção dos modelos, pois a interação do sujeito com o modelado é imprescindível. Com base na vivência de diferentes pessoas com o objeto ou a situação modeláveis, podem ser elaborados diferentes modelos;

- uma das preocupações pertinentes ao ensino de ciências é que professores e alunos entendam que as fórmulas e as leis, elaboradas com base em modelos, se destinam a buscar aproximações da realidade. Tentamos fazer aproximações da realidade, porém dificilmente dispomos de dados precisos; conseguimos apenas aproximações.

Por outro lado, no ensino de química, em muitos casos, os experimentos são supervalorizados, quando, por exemplo, não se considera a importância da ajuda pedagógica ao professor, a qual pode auxiliar os alunos na elaboração de novas explicações relacionadas à ciência (SILVA; ZANON, 2000). Esse fato pode levar a um ensino que não ressalta os modelos na construção do conhecimento químico, quando o próprio experimento é um procedimento para construí-los.

A visão de professores no tocante aos modelos foi objeto de estudo na pesquisa conduzida por Justi e Gilbert (2001). Nesta, foram investigados 39 professores brasileiros de biologia, física e química dos ensinos fundamental, médio e superior. A análise dos dados evidenciou que no entendimento de todos eles, o modelo é a representação total ou parcial de algo, embora tal ideia tenha sido encontrada, de modo mais significativo, nos professores do ensino fundamental. A grande maioria apontou a importância do uso de modelos para a visualização (87%), a criatividade (87%) ou a explicação (92%), enquanto 48% afirmaram que um modelo é um padrão a ser seguido.

Quanto aos modelos didáticos, achamos relevantes as considerações tecidas por Islas e Pesa (2003), nas quais eles são elaborados pela comunidade educativa e usados pelos docentes, para ajudar os estudantes a compreenderem os modelos científicos. Na verdade, eles destinam-se a favorecer a construção de modelos mentais adequados para a compreensão dos científicos e, por consequência, adequados à compreensão do mundo físico. Segundo destaca Francisco Júnior (2010, p.146), estão relacionados "ao conjunto de procedimentos construídos com o propósito de promover à educação". Trata-se, portanto, de ferramentas mediadoras entre os modelos elaborados pelos estudantes e os modelos científicos em um processo de negociação e construção de significados (LIMA, 2007).

Entretanto, importante ressalva tem sido feita por Giordan e De Vecchi (1996): na maioria das vezes, os modelos didáticos são mal elaborados, constituem verdadeiros obstáculos à aprendizagem. Em primeiro lugar, são, quase sempre inadequados ao nível cognitivo dos alunos por causa da sua estrutura ou do grafismo a eles associado. Segundo, correspondem a ferramentas muito complexas em relação às perguntas que os alunos se fazem ou aos problemas que desejam resolver. Em terceiro lugar, estão defasados, também, em relação ao saber científico que pretendem transmitir, pois sua apresentação dogmática retira deles qualquer valor instrumental, como também as imagens utilizadas escondem a mensagem a ser transmitida, na medida em que somente as propriedades aparentes se conservam.

Conforme Gilbert (2004), pode-se expressar os modelos didáticos de cinco maneiras:

- material concreto – utilizam-se materiais tridimensionais, como, por exemplo, modelos de pau-bola para a representação de moléculas. O modelo de metal de um avião. A maioria dos professores de química orgânica utiliza modelos moleculares e segue os seguintes passos: fenômeno, imaginação estrutural e símbolos químicos; depois, mostrando novas substâncias, eles podem demonstrar, com modelos moleculares pau-bola, as fórmulas estruturais.
- modo verbal - descrição de entidades e a relação entre elas na representação, como, por exemplo, a natureza das bolas e paus na representação pau e bola, das partes do modelo de um avião. Em outras palavras, esse tipo de modelo consiste na exploração das metáforas e analogias empregadas em sua elaboração;
- modo simbólico - uso de símbolos e de fórmulas químicas, equações químicas, expressões matemáticas, equações particulares como, por exemplo, a lei universal dos gases, a lei da velocidade das reações;
- modo visual - uso de gráficos, diagramas, animações, representações bidimensionais de estruturas químicas (diagramas);
- modo gestual - uso do corpo ou parte dele como, por exemplo, a representação do movimento dos íons durante a eletrólise por meio da movimentação dos estudantes.

Com base considerações feitas anteriormente, nas quais destacamos tanto a natureza epistêmica dos modelos e seu papel na construção do conhecimento, entre outras questões, quanto o caráter didático deles, sua importância e limitações nas aulas de ciências, apresentamos nas seções subsequentes a pesquisa realizada junto aos licenciandos de química.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. PRESSUPOSTOS DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO**

O processo investigativo foi norteado, principalmente, por aspectos inerentes à abordagem qualitativa, a qual se caracteriza pela interpretação dos fenômenos e atribuição de significados à procura de explicações em profundidade para os dados coletados (GIL, 2007), na medida em que buscamos compreender as ideias dos licenciandos em química sobre os modelos no ensino dessa disciplina.

### **3.2. O CONTEXTO E OS LICENCIANDOS PARTICIPANTES DA PESQUISA**

Realizamos a pesquisa no curso de licenciatura em química da UFRPE, durante o primeiro semestre de 2012. Dela participaram treze licenciandos (L1-L13) que estavam cursando a disciplina prática de ensino de química II, que é ofertada no último período do referido curso.

Do grupo, oito eram do sexo feminino e cinco do sexo masculino com idade entre 23 e 29 anos. Seis licenciandos tinha tido experiência, de um a quatro anos, no ensino de química.

Quanto ao período de conclusão do ensino médio, todos o haviam concluído após o ano de 2000. Esse dado nos permitiu inferir a possibilidade de terem vivenciado práticas diferenciadas, visto que tomamos como base o contexto de reformas iniciadas após a promulgação da LDB em 1996, a elaboração e a divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais em 1999.

Em relação ao exercício da profissão, 11 pretendiam lecionar, o que sugere envolvimento maior com o processo de formação inicial.

### **3.3. INSTRUMENTOS DE PESQUISA E ETAPAS VIVENCIADAS**

A fim de levantar os dados que subsidiassem a elucidação da questão de estudo, utilizamos um questionário e, posteriormente, realizamos uma entrevista. Procuramos nos nortear pelas considerações feitas por Pórlan Ariza; Rivero Garcia; Martin Del Pozo (1997) quanto às investigações relacionadas com o conhecimento profissional dos professores - uma das questões do nosso objeto de estudo. Os referidos autores apresentam os procedimentos e instrumentos utilizados por seu grupo de pesquisa ao investigar o conhecimento profissional do professor, destacando que, para as investigações iniciais, eles têm trabalhado com entrevistas, diários, planejamentos de unidades didáticas e questionários.

Dividimos o questionário em duas partes:

Parte 1- Caracterização dos licenciandos participantes da pesquisa;

Parte 2 - Investigação relacionada à categoria modelos no ensino de química, com três questões abertas (quadro1):

#### ***Quadro 1: Questionário aplicado aos participantes da pesquisa***

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1- O que você entende por modelos no ensino de química?</li><li>2- Cite alguns modelos utilizados no ensino de química.</li><li>3- Descreva, de forma detalhada, uma atividade a ser vivenciada em sala de aula em que sejam utilizados modelos no ensino de química.</li></ol> |
|---|

*Fonte: Própria*

Inicialmente, apresentamos à turma o questionário e o termo de consentimento para utilização dos dados coletados na pesquisa. Em seguida, após licenciandos responderem ao questionário, as pesquisadoras realizaram com eles uma entrevista individual, durante a qual, leram as respostas do questionário e indagaram se tinham algo mais a acrescentar ou rever nas respostas.

### **3.4. ANÁLISE DOS DADOS**

Para a análise, norteamo-nos por alguns dos procedimentos inerentes à análise de conteúdo conforme Bardin (1977). Inicialmente, fizemos a leitura das respostas dos licenciandos investigados ao questionário e entrevista, estabelecendo categorias de acordo com as respostas resultantes da análise dos instrumentos utilizados.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA: O QUE EXPRESSAM OS LICENCIANDOS**

Para essa questão, emergiram três categorias de análise, as quais indicamos a seguir.

a) Modelo de como o professor conduz o processo de ensino-aprendizagem

Nesta categoria, dois licenciandos (L3 e L11) atrelaram os modelos no ensino de química aos de ensino discutidos no campo da didática, ou seja, as abordagens de ensino adotadas pelo professor (a tradicional e a construtivista) revelaram um distanciamento com as discussões inerentes à didática das ciências, bem como limitações em conceber o construtivismo como uma perspectiva epistemológica.

*“Maneira pela qual você pode ensinar aos alunos, por exemplo, o método construtivista” (L11).*

1b- Representação para facilitar um conteúdo no ensino de química

Seis licenciandos (L2, L5, L6, L8, L9 e L10), de modo semelhante às investigações conduzidas por Lima (2007), Justi e Gilbert (2001), reconheceram os modelos como uma forma de representação, embora atrelada aos modelos didáticos (JUSTI, 2000; LIMA, 2007; FRANCISCO JÚNIOR, 2010). Essa forma de representação para os licenciandos investigados envolveria diferentes aspectos:

*-aproximar o concreto do abstrato (L10);*

*-facilitar a compreensão do conceito químico (L2, L5, L6 e L8);*

*-forma de representar uma ideia ou conceito (L9);*

Um licenciando (L10) destacou o papel dos modelos como forma de aproximar o concreto do abstrato, de modo a articular aspectos específicos (submicro) e gerais (macro) no ensino de química, o que se aproxima da pesquisa conduzida por Justi e Gilbert (2000), segundo a qual 87% dos professores de ciências atrelam os modelos a um facilitador da visualização de aspectos de determinado fenômeno. Quatro licenciandos (L2, L5, L6 e L8) os apontaram como formas de facilitar o ensino-aprendizagem do conteúdo químico. Para L9, o destaque como forma de representar conceito ou ideia se aproximou da posição defendida neste trabalho, embora ainda atrelada aos modelos didáticos.

*“É uma forma de representar um ideia ou conceito durante as aulas de química com diferentes recursos” (L9).*

Uma consideração importante foi o destaque à categoria modelos como forma de representação na direção de modelos didáticos, e não como parte da construção do conhecimento químico, que ressalta a importância de que discussões nesse sentido devem permear o ensino-aprendizagem dos diferentes conteúdos químicos e, durante o processo formativo inicial constituir-se como um dos componentes do conhecimento profissional daqueles futuros professores. Salientamos a relação com o conhecimento do conteúdo, que, segundo Shulman (1986, 1987) relaciona-se com o domínio do conteúdo a ser ensinado. Por sua vez, Chassot (2003) alerta: convém discutir o papel é importante que se discuta o papel dos modelos no ensino de ciências, pois o destaque incidente é feito, normalmente, a prováveis modelos atômicos, o que mostra uma lacuna em relação ao ensino dos demais conceitos químicos.

Ratificando a relevância da discussão dos modelos teóricos na formação inicial de professores de química, Núñez; Neves; Ramalho (2005) salientam que os próprios conceitos e teorias podem ser representados como modelos com suas potencialidades e limitações. Acrescentem-se as contribuições de Isla e Pesa (2003): a ausência dessa discussão pode levar à não discriminação entre o modelo e a realidade por ele representada, ao desconhecimento entre os limites de validade dos modelos e das conclusões obtidas de sua utilização.

A diferenciação entre os modelos utilizados no ensino e os científicos é essencial para o professor poder propor atividades que envolvam a utilização deles nas aulas de química. Isso porque, no âmbito da sala de aula, ocorrerá o processo de negociação de significados entre os modelos construídos pelos alunos relacionados ao fenômeno químico em estudo e o científico, por intermédio dos modelos didáticos propostos pelo professor. A compreensão dessas categorias configura-se, assim, como subsídio à profissionalização dos futuros professores de química.

c) Objetos concretos utilizados em sala de aula para facilitar o processo de ensino-aprendizagem

No entendimento de três licenciandos (L1, L12 e L13) os modelos são objetos concretos auxiliares na compreensão dos conteúdos químicos – percepção próxima às ideias de Justi (2000) e Gilbert (2004) - , embora os modelos didáticos vão além de objetos concretos trazidos pelo professor para a sala de aula, como ilustrações, objetos, gráficos, esquemas e analogias.

*“São objetos concretos utilizados em sala de aula para facilitar a aprendizagem dos alunos” (L1).*

Dois licenciandos (L4 e L7) não responderam à questão em tela.

#### 4.2. COMO OS LICENCIANDOS EXEMPLIFICAM OS MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Os exemplos de modelos utilizados nas aulas de química estão explicitados na tabela 1.

**Tabela 1: Como os licenciandos exemplificam os modelos no ensino de química**

Exemplos de modelos no ensino de química	Número de citações (%)
Modelos atômicos	7
Modelos confeccionados com materiais alternativos	3
Desenhos das moléculas	1
Analogias	3
Modelo tradicional	1
Modelo construtivista	1
Visitas	1
Práticas experimentais	3
Reagentes	1

*Fonte: Própria*

O único conteúdo de química (citado por sete licenciandos) foi relacionado aos modelos atômicos. A visualização associada aos modelos está evidente nos exemplos apresentados por três licenciandos: modelos concretos – com palito e isopor ou massa de modelar representando as moléculas. Os modelos simbólicos foram apontados por um licenciando: o desenho de uma molécula. As analogias, ressaltadas por Justi e Gilbert (2000) como um modelo didático, foram citadas por três licenciandos.

Outras questões sobressaíram, mas não se enquadravam na nossa concepção de modelos no ensino de química: modelo tradicional, modelo construtivista, visitas, práticas experimentais e reagentes. Estes últimos, provavelmente, associados ao caráter experimental supervalorizado no ensino de química (SILVA; ZANON, 2000).

#### 4.3. PROPOSTAS DE ATIVIDADES POR MEIO DE MODELOS

Apesar de termos solicitado descrição detalhada de uma atividade que envolvesse modelos no ensino de química, mesmo depois das entrevistas, não houve detalhamento de como as atividades seriam vivenciadas. Isso limitou a análise no tocante aos aspectos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1986, 1987). Dos 13 licenciandos, três (L4, L10 e L11) não atenderam à solicitação.

Os modelos atômicos foram citados por cinco licenciandos como conteúdo químico a ser trabalhado na atividade com modelos. (L1, L2, L6, L7, L8).

*“Atividade em um grupo para visualizar os modelos atômicos com materiais do cotidiano” (L2).*

*“O que os alunos acrescentariam ao modelo atômico de Dalton para explicar o fenômeno elétrico” (L7).*

A geometria molecular foi apontada por dois licenciandos (L5 e L9) como conteúdo químico a ser abordado na atividade com modelos. Indicaram a utilização de materiais alternativos, como jujubas, isopor e palitos.

*“No assunto sobre geometria molecular pode-se usar a bola de isopor e palitos para representar as moléculas como: H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> etc, enfatizando a cor e o tamanho das bolas para representar cada elemento químico” (L5).*

No depoimento de L5, destacamos as considerações ao modelo didático utilizado: ele chamou a atenção para o tamanho e as cores, de modo a não se criar uma imagem distorcida do que se pretende representar. Nessa direção, Giordan e De Vecchi (1996) alertam que determinados modelos de ensino (didático) podem tornar-se obstáculos à aprendizagem.

Os licenciandos L12 e L13 indicaram o conteúdo ligações químicas para a atividade com modelos, ressaltando o aspecto representacional delas.

*“Atividade com jujubas e palitos de dentes para explicar as ligações químicas” (L12).*

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ideias expressas pela maioria dos licenciandos investigados revelam compreensão dos modelos como categoria didática que subsidia o processo de ensino-aprendizagem em química. O destaque epistêmico aos modelos como um dos elementos na construção do conhecimento científico não foi sinalizado por meio da utilização dos instrumentos de pesquisa utilizados, o que pode indicar fragilidade no conhecimento do conteúdo conforme o referencial teórico adotado nesta investigação.

É imprescindível que a discussão dos modelos no ensino de química permeie a formação inicial de professores de química, de modo a subsidiar a profissionalização dos futuros docentes. Nessa direção, apontamos as seguintes sugestões:

-discussão sobre a natureza e tipologia dos modelos, ressaltando os científicos, os construídos pelos alunos e os didáticos utilizados pelo professor nas aulas de química;

-discussão ao longo das disciplinas do curso sobre a natureza do conhecimento químico e o papel dos modelos na construção desse conhecimento;

-elaboração de atividades para e pelos licenciandos as quais os subsidiem na proposição de atividades que levem seus futuros alunos do ensino médio e ou fundamental a compreender e construir modelos relacionados a determinado fenômeno químico.

Tais sugestões estão alicerçadas nas discussões de Lee Shulman relativas aos conhecimentos do conteúdo e ao conhecimento pedagógico do conteúdo, que compõem, entre outros, conhecimentos básicos para vislumbrarmos a profissionalização docente.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.

BOLIVAR, A. El conocimiento de la enseñanza. Epistemología de la investigaci3n curricular. Granada: Force, Universidad de Granada, 1995.

BRASIL. Ministério da Educa3o – MEC, Secret3ria de Educa3o M3dia e Tecnol3gica - Semtec. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino M3dio. Bras3lia: MEC/Semtc, 1999.

BRASIL. Ministério da Educa3o – MEC, Secret3ria de Educa3o M3dia e Tecnol3gica – Semtec. PCN+. Bras3lia: MEC/Semtc, 2002.

CASTRO, E. A. El empleo de modelos en la ense3anza de la qu3mica. Ense3anza de las Ciencias, Barcelona, v. 10, n. 1, p. 73-79, 1992.

CHASSOT, A. Educa3o conSci3ncia. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

FRANCISCO J3NIOR, W. E. Analogias e situa33es problematizadoras em aulas de ci3ncias. S3o Carlos: Pedro & Jo3o Editores, 2010.

- FIORENTINI, D.; SOUZA, A. J.; MELO, G.F. Saberes docentes: Um desafio para acadêmicos e práticos In: GERALDI, C. (Org). Cartografias do trabalho docente: Professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado das Letras, ALB, 2001. p. 307-335.
- GATTI, B.. Formação de professores no Brasil: características e problemas. Educ. Soc., v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.
- GAUTHIER et al. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o Saber Docente. Ijuí: Unijuí, 1998.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GILBERT, J, K. Models and Modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, Netherlands*, v. 2, p. 115-130, 2004.
- GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222 p.
- HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education, London*, v.14, p. 541-562, 1992.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Learning about atoms, molecules and chemical bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 Chemistry. *Science Education, Pennsylvania*, v. 84, p. 352-381, 2000.
- ISLAS, S. M.; PESA, M. A. Qué rol assignan los profesores de física de nível médio a los modelos científicos e a las actividades de modelado? *Enseñanza de las Ciencias, número extra* p. 57-66, 2003.
- JUSTI, R. S. La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias, Barcelona*, v.24, p. 173-184, 2006.
- JUSTI, R. S. e GILBERT, J. K. History and philosophy of science through models: some challenges in the case "of atom". *International Journal Science Education, London*, v. 22, n. 9, 993-1009, 2000.
- \_\_\_\_\_. A natureza dos modelos na visão de professores de ciências. *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 3., 2001, Atibaia. Atas... Atibaia: ABRAPEC, 2001.
- \_\_\_\_\_. Modelling, teacher's views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal Science Education, London*, v. 24, n.4, p. 369-387, 2002.
- KAPRAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *Investigação no Ensino de Ciências, Porto Alegre*, v. 2, n. 3, p. 1-17, 1997.
- LIMA, A. A. O uso de modelos no ensino de química: uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN. 2007. 264 f. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Educação). Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Natal, 2007.
- LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. e SOARES, W. C. Os saberes docentes relativos aos modelos da ciência como ferramenta do conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso de futuros licenciados em química. In: *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., 2005, Bauru. Atas... Bauru: ABRAPEC, 2005.
- MELLADO JIMÉNEZ, V.; BLANCO NIETO, L. J. ; RUIZ MACIAS, C. Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. *Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura*, 1999. p.139.
- MONTEIRO, A. M. F. C. Professores: entre saberes e práticas. *Educação e Sociedade*, v. 22, n. 74, p.121-142, 2001.
- NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. *Educação e Sociedade*, v. 22, n.74, p.27-42, 2001.
- NÚÑEZ , I. B.; NEVES, L. S. ; RAMALHO, B. L. Uma reflexão ao estudo da mecânica quântica: o caso do princípio da incerteza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2003. Disponível em: <[http://www.campus\\_oei.org](http://www.campus_oei.org)>. Acesso em: 5 nov. 2005.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A profissionalização da docência: um olhar a partir das representações das professores do ensino fundamental. Revista Iberoamericana de educación, n. 46, v.9, 2008. Disponível em: < <http://www.rieoei.org/2504.htm>>. Acesso em: 27 de outubro de 2008.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. Docência no Ensino Superior. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2005. 282 p.

PÓRLAN ARIZA, R.; RIVERO GARCIA, A. El conocimiento de los profesores. Sevilla: Díada, 1998. 94 p.

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B.; GAUTHIER. Formar o professor, profissionalizar o ensino – perspectivas e desafios. Porto Alegre: Sulina, 2003.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review. V. 57, N. 1, February, p. 1-22, 1987.

\_\_\_\_\_. Those who understand: knowledge growth in teaching. Educational researcher: Washington, V. 15, N. 2, February, p. 4-14, 1986.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: Unimep, 2000, p. 120-153.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. 11ed, Petrópolis: Vozes, 2010.