



## **Reflexões acerca da natureza do conhecimento químico: uma investigação na formação inicial de professores de química**

### **Reflexion about the nature of the chemical knowledge: an investigation on the formation inicial the teacher of chemistry**

**Analice de Almeida Lima**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Educação; Núcleo de Estudos e Pesquisa da Formação Docente e Prática Pedagógica (NEFOPP)  
analice05@yahoo.com.br

**Isauro Beltrán Núñez**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Departamento de Educação; Base de Pesquisa Formação e Profissionalização Docente  
isaurobeltran@yahoo.com.br

#### *Resumo*

Este trabalho teve como objetivo analisar as ideias de licenciandos em Química em relação ao conhecimento científico e aos modelos usados nas ciências e no ensino de ciências. A pesquisa foi realizada na UFRN com 13 licenciandos durante a Prática de Ensino de Química, utilizando questionários e entrevistas. A análise dos dados coletados evidenciou que todos os licenciandos apontaram a existência de um método científico. A dimensão social e o papel dos modelos na construção desse conhecimento também foram destacados por alguns licenciandos. Os modelos científicos foram ressaltados como recurso para explicação, compreensão e interpretação dos fenômenos. Uma diferenciação entre modelos científicos e didáticos foi destacada, embora não tenha sido apontado que as diferenças estão norteadas pelas singularidades inerentes aos contextos científico e escolar. Os resultados da pesquisa evidenciam a necessidade de discussões, durante o processo formativo, relacionadas às categorias investigadas como subsídio à construção da profissionalidade docente.

#### **Palavras chaves**

Formação Inicial, Profissionalidade, Conhecimento Químico, Modelos.

### **Abstract**

This work had as objective analyses the ideas of undergraduate in chemistry, according to the scientific knowledge, scientific models and didactical. The search was realized in UFRN with 13 license students during the practical of the teaching of chemistry. The analyse of the datas made evidences that all license students showed the presence of a scientific method. The social dimension and the function of the models in the construction of this knowledge was also observed by some students. The scientific models were ressalted as a mean of representation. The differentiation between the scientific and didactical models was pointed out although it had not pointed that the differences guide through some singularities inherent to the scientific and school context. The results of the search showed the necessity of discussions during the formative process according to the categories showed as subsidy for the construction of the professionalism of the teacher.

### **Key words**

Initial Formation; Professionalism; Chemical Knowledge; Models.

## **Introdução**

As reflexões relativas à natureza do conhecimento científico e aos modelos usados nas ciências e no ensino de ciências da educação básica têm se configurado como questões importantes e que mereceram a atenção de diversos autores (HODSON, 1992; HARRIS, 1999; GIL PÉREZ et al., 2001; CHASSOT, 2003; MARSULO e SILVA, 2006)

Hodson (1992) assinala a importância de se prestar atenção aos objetivos do ensino de Ciências: aprender ciências, aprender sobre ciências e aprender a fazer ciências. Na perspectiva desse estudioso, aprender ciências envolve a compreensão das ideias desenvolvidas pela ciência; aprender sobre ciências relaciona-se com a compreensão de aspectos relevantes da filosofia e metodologia da ciência; e por fim aprender a fazer ciências corresponde à habilidade de participar de atividades que levem à produção / aquisição do conhecimento científico.

À luz das reflexões sobre os objetivos do ensino de Ciências, destacamos a relevância tanto da questão epistemológica, que reflete a visão dos professores em relação à natureza do conhecimento científico, quanto do papel dos modelos no ensino-aprendizagem de Ciências devido à elaboração e socialização de modelos como base para a construção do conhecimento científico. Neste trabalho corroboramos com Justi (2003) quando destaca que

*[...] um modelo é (i) uma representação parcial de um objeto, um evento, um processo ou uma ideia entre várias possíveis; (ii) é utilizado com uma finalidade específica, por exemplo, facilitar a visualização de algum aspecto, favorecer o entendimento, promover a elaboração de previsões e o desenvolvimento de novas ideias; (iii) é passível de modificações (JUSTI, 2003, p.1).*

No processo de construção de um modelo científico (modelização), a simplificação é um processo de destaque. Ela é realizada mediante a eliminação de variáveis que não sejam relevantes. Nesse processo, têm-se representações que são recortes dos

---

sistemas reais, denominados de modelos ideais, ou seja, modelos que não representarão a totalidade do sistema real do qual são a imagem, mas aqueles que têm relevância à luz da teoria que faz referência a esse sistema. Bunge (1985 apud ISLAS e PESA, 2001) chama isso de *regra de construção de teoria*.

Dessa forma, o fenômeno em estudo pode ser representado sob diversas formas e se escolhe uma representação que se adapte à investigação a ser realizada. Algumas vezes, porém, o avanço durante o processo investigativo conduz à necessidade de determinadas modificações no modelo. Nesse sentido, Islas e Pesa (2001) defendem a possibilidade de elaborar modelos distintos para a representação de uma mesma situação.

Um aspecto importante a ser ressaltado também é a relação entre os modelos e as teorias. Nesse sentido, ratificamos as considerações de Islas e Pesa (2003). Segundo elas, apesar de normalmente a literatura chamar modelos de teorias, seria mais correto dizer que as teorias supõem modelos. A teoria se refere a um sistema ou classe de sistemas, enquanto os modelos representam esses sistemas. Islas e Pesa (2003) afirmam que cada modelo construído é submetido às considerações da comunidade científica. Assim, a validação de um modelo não se restringe apenas à sua adequação como representação da realidade, mas estende-se à coerência sistêmica entre as suas estruturas e as teorias que são aceitas pela comunidade científica.

Para Castro (1992), na Química, um modelo tem por finalidade ajudar a interpretar os fenômenos químicos; permitir a predição 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.

Por outro lado, como assinala Chassot (2003) é essencial a discussão acerca dos modelos no ensino de Ciências em qualquer grau de escolaridade. Esse autor destaca, por exemplo, que se comenta sobre modelo de átomos prováveis, mas não sobre modelos moleculares prováveis ou modelos prováveis para reações químicas, que são tidos como reais.

Nessa perspectiva, é importante que possamos repensar a formação inicial dos professores de Ciências e, em particular nesse trabalho, dos professores de Química, no sentido de que, durante o processo formativo sejam fomentadas reflexões críticas acerca do conhecimento químico, sua natureza, construção e como os modelos são uma ferramenta essencial nesse processo de construção. Ressaltamos, dessa forma, a importância de investigações que relacionem as categorias anteriormente citadas: o conhecimento científico, os modelos científicos e os modelos didáticos.

Contemplar as questões comentadas anteriormente subsidia a profissionalização docente, entendida “como uma forma de representar a profissão como processo contínuo/descontínuo ao longo da história da docência” (NÚÑEZ; RAMALHO, 2008, p.1). A profissionalização no referencial adotado neste trabalho envolve duas dimensões: uma interna – a profissionalidade e uma externa – o profissionalismo (RAMALHO et al., 2003). A profissionalidade estaria relacionada com os conhecimentos, saberes, técnicas e competências necessárias à atividade profissional e o profissionalismo expressaria a dimensão externa da profissão (dimensão ética dos valores e normas, das relações no grupo profissional com outros grupos).

O estudo que ora apresentamos, é parte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida em uma tese de doutorado com o objetivo de analisar a construção de saberes relacionados à utilização de modelos no ensino de Química durante o processo de formação inicial de professores de Química. O recorte dado para apresentação deste trabalho refere-se tanto ao resgate das ideias dos licenciandos em Química em relação ao conhecimento científico, aos modelos científicos e aos modelos didáticos, quanto à utilização dos modelos nos ensinamentos fundamental e médio de Química. Debruçamo-nos, assim, na dimensão da profissionalidade buscando reflexões acerca das ideias do grupo de licenciandos em relação às categorias citadas como uma maneira de dialogar com os conhecimentos, saberes que são base para a docência de Química na educação básica.

## Reflexões acerca da natureza do conhecimento científico e dos modelos científicos e didáticos: contribuições à profissionalidade docente

A expressão *natureza da ciência* (NdC) está relacionada à epistemologia da ciência (a ciência como uma maneira de conhecer), ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (LEDERMAN, 1992). No bojo dessas discussões, os modelos científicos estão intimamente relacionados com as características e o processo de construção do conhecimento científico, visto que a elaboração e socialização de modelos é fundamental nesse processo.

Na revisão realizada por Gil Pérez et al. (2001), foram apresentadas pesquisas que apontam sete “visões” de ciência as quais apresentaremos a seguir de maneira sintética:

- visão empírico-indutivista e ateorica da ciência, caracterizada pela neutralidade da observação e da experimentação como se as ideias trazidas pelo pesquisador não influenciassem a condução da pesquisa. Nessa perspectiva, a importância das hipóteses na atividade científica não é levada em consideração;
- visão rígida (algorítmica, exata, infalível), caracterizada pela existência de um Método Científico comum a todas as pesquisas;
- visão apromática e a-histórica do trabalho científico que apresenta uma imagem eclética da ciência, em que tudo é possível e há um pluralismo metodológico e conceitual;
- visão exclusivamente analítica da ciência, em que os estudos são parcelados, limitando, simplificando o conhecimento científico;
- visão meramente acumulativa e de crescimento linear do conhecimento produzido pela ciência;
- visão individualista e elitista da ciência a partir da qual os cientistas são vistos como gênios, normalmente homens, que de maneira isolada produzem o conhecimento científico;
- visão descontextualizada e socialmente neutra do trabalho científico, em que são esquecidas as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Em relação ao método científico, Marsulo e Silva (2006) buscam em suas discussões configurar aspectos que ressignifiquem o método científico e seus elementos constitutivos, numa perspectiva que assume um caráter exploratório e provisório.

---

Destacam a importância de se entender que as etapas do método científico não devem ser vistas como algo estático, fechado, mas como algo dinâmico, aberto, como um caminho para ideias cada vez mais racionais, mais repensadas, abstratas e gerais.

Gil Pérez et al. (2001) comentam que, normalmente, essas visões aparecem associadas entre si, constituindo uma visão ingênua da ciência. Essas concepções são resultantes principalmente de uma formação de professores caracterizada por uma transmissão de conhecimentos já elaborados pela ciência.

Conforme Harres (1999), a maioria das pesquisas relacionadas à NdC, inicialmente, adotava metodologias quantitativas e, atualmente, são realizados trabalhos que se atem mais às abordagens qualitativas. Apesar da carência de validade e fidedignidade de vários trabalhos, com as metodologias citadas e abordando diferentes aspectos da questão, é significativo que todas essas investigações sinalizam o fato de que os estudantes apresentam concepções sobre a NdC inadequadas que incluem, entre outras: 1- a consideração do conhecimento científico como absoluto; 2- a ideia de que o principal objetivo dos cientistas é descobrir leis e verdades; 3- lacunas para entender o papel da criatividade na produção do conhecimento; 4- fragilidade para entender o papel das teorias e sua relação com a pesquisa; 5- dificuldades em compreender: experiências, modelos e teorias.

As considerações feitas por Harres (1999) revelam a relação entre as categorias *conhecimento científico* e *modelos* que exploramos em nossa investigação, indicando, entre outras questões relevantes, fragilidades relativas à compreensão do conhecimento científico e dos modelos na ciência.

Algumas pesquisas (GILBERT, 1991; GROSSLIGHT; JAY e SMITH, 1991) são pioneiras em relação às questões inerentes ao conhecimento científico e aos modelos científicos na educação científica escolar. No ensino de Ciências, Gilbert (1991) procurou resgatar as representações de 687 estudantes acerca de questões pertinentes à ciência e aos modelos. Os resultados sinalizaram que 67% dos estudantes não haviam concordado com a ideia de o conhecimento científico ser uma construção humana; 61% desses estudantes apontaram, contudo, que o modelo de um objeto ou evento é construído pelo homem, mas não indicaram o que o objeto ou evento na realidade seriam. Gilbert (1991) ressalta que a definição operacional de ciência como construção de modelos tem a intenção de ajudar os estudantes a entender que o conhecimento é uma construção humana.

O estudo de Grosslight, Jay e Smith (1991) teve como objetivo investigar as ideias de estudantes americanos da educação básica (especificamente cursando os 7th-grade e 11th-grade) acerca do objetivo e estrutura dos modelos. De uma maneira geral, observou-se que muitos estudantes compreendiam os modelos como a própria realidade.

Justi e Gilbert (2001) defendem que, para os alunos terem uma compreensão do que são os modelos e o papel desses na construção do conhecimento científico, é necessário investigar a compreensão dos professores acerca dessa categoria. Concari (2001) ratifica essas considerações, comentando que a visão que os estudantes têm dos modelos é afetada fortemente pelas explicações que o professor ou o texto didático proporcionam.

Nesta direção, em uma pesquisa junto a professores holandeses, Van Driel e Verloop (1999) observaram que as respostas a um questionário aberto acerca da natureza dos modelos indicavam que, em geral, os professores entendiam os modelos como representações simplificadas ou esquemáticas da realidade.

O estudo de Justi e Gilbert (2001) teve a seguinte questão de pesquisa: “Que compreensões os professores de Ciências mostram quando solicitados a definir modelos e modelagem e a classificar exemplos relacionados com uma variedade de fenômenos?” A análise dos dados evidenciou que todos os professores expressaram que o modelo é uma representação total ou parcial de algo, embora a ideia de modelos como reprodução de algo 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 que 48% afirmaram que um modelo é um padrão a ser seguido.

Uma análise das ideias sobre o uso de modelos e modelagem no ensino de Ciências junto a um grupo de 39 professores de Biologia, Física e Química de diferentes níveis de ensino no Brasil foi conduzida por Justi e Gilbert (2002). A análise dos dados relacionados à natureza dos modelos revela que alguns desses professores compreendem os modelos como a reprodução de alguma coisa ou mesmo como um padrão a ser seguido. Os autores também observaram que alguns professores apontavam uma integração entre o modelo científico original e o modelo que é utilizado no ensino.

As considerações apresentadas acerca das visões de professores e alunos relacionadas com a NdC, tanto no contexto nacional quanto no internacional, apontam para fragilidades no modo de compreender o conhecimento científico. O caráter provisório desse conhecimento é algo que, em muitos casos, não é levado em consideração; por isso, muitas vezes, o conhecimento é tomado como um dogma, uma verdade inquestionável. E essa é uma questão importante a ser repensada para que os futuros professores possam, durante sua formação, construir habilidades a fim de planejarem atividades que envolvam o uso de modelos.

Por outro lado, um olhar para educação básica nos remete a importância dos modelos didáticos, uma vez que esses são uma expressão do conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC), pois que são uma forma didática por meio da qual o professor poderá apresentar os modelos científicos nos ensinos fundamentais e médio. O CPC é uma categoria discutida por Shulman (1987) e refere-se a um dos conhecimentos base para o ensino relacionado com as formas didáticas que o professor utiliza para adequar o conhecimento específico a um conhecimento a ser ensinado na educação básica.

Um importante comentário foi feito por Giordan e De Vecchi (1996) em relação aos modelos didáticos, visto que, na maioria das vezes, esses modelos são mal elaborados, constituindo verdadeiros obstáculos à aprendizagem. Em primeiro lugar, são quase sempre inadequados ao nível cognitivo dos alunos devido à sua estrutura ou o grafismo que lhes é 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 lhes retira qualquer valor instrumental, como também as imagens utilizadas escondem a mensagem a ser transmitida, pois somente as propriedades aparentes são conservadas.

---

Os resultados das pesquisas apresentadas neste tópico ratificam a importância de estudos que se debrucem sobre as categorias: conhecimento científico, modelos científicos e modelos didáticos como subsídio à construção da profissionalidade do docente de Química, pois representam saberes importantes que permeiam o ensino-aprendizagem desta disciplina.

## Metodologia

### Contexto e licenciandos participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada no curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), durante o segundo semestre de 2005. Os 13 licenciandos (L1-L13) participantes da pesquisa estavam cursando a disciplina Prática de Ensino de Química (Estágio Supervisionado) que, na estrutura Curricular, era a última disciplina oferecida no curso de Licenciatura em Química na UFRN.

Dos 13 licenciandos participantes da pesquisa, 8 eram do sexo masculino e 5 do sexo feminino. Em relação à experiência na docência, 7 licenciandos relataram ter lecionado Química na educação básica e entre esses 7, 4 afirmaram estar atuando como docentes de Química na educação básica.

A escolha por esses licenciandos deu-se pelo fato de estarem no final do processo formativo inicial e, dessa forma, poderíamos avaliar o processo de construção dos saberes relativos às categorias envolvidas na pesquisa durante a formação inicial.

Foi realizado um contato inicial com os licenciandos onde foram explicitados os objetivos da pesquisa e, posteriormente, foi feito o convite para que participassem do processo investigativo.

### Procedimentos e instrumentos utilizados na pesquisa

Inicialmente, foi realizada uma breve discussão junto aos licenciandos acerca da natureza e tipologia dos modelos e da relação desses com o conhecimento científico com o intuito de ampliar o campo semântico dos licenciandos em relação às referidas categorias, visto que observamos em um contato inicial a pouca aproximação com essas categorias.

Sendo assim, essa etapa discursiva com intuito de ampliação do campo semântico em relação às categorias a serem investigadas foi estabelecida como parte do processo formativo, considerando que o objetivo da nossa pesquisa não era a análise de um processo de mudança de concepções, em que as ideias iniciais e finais seriam determinantes para os resultados.

A discussão teve início com uma dinâmica denominada caixa preta. Nessa dinâmica, cada licenciando analisou uma pequena caixa de papelão lacrada, em cujo interior havia um objeto desconhecido pelo grupo. A partir dessa análise os licenciandos expressaram sua representação acerca do objeto desconhecido por meio de desenhos e socializaram essas ideias com o grupo, de modo a chegarem a uma representação consensual do que seria o objeto.

A dinâmica realizada forneceu elementos iniciais para a compreensão do que seriam os modelos no processo de construção do conhecimento científico. Posteriormente, promovemos uma discussão mais fundamentada no tocante à categoria modelos a partir da leitura do texto *Aprendizagem por modelos utilizando modelos e analogias*, de Lima e Núñez (2004). Outras discussões em sala de aula foram realizadas de modo a esclarecer e diferenciar os tipos de modelos e sua relação com o conhecimento científico. Ressaltou-se o modelo científico, modelo elaborado pelo aluno e o modelo didático que seria elaborado pelo professor de modo a ajudar os alunos a compreenderem os modelos científicos.

Foram aplicados três questionários ao grupo pesquisado após as discussões iniciais. O primeiro questionário foi composto de 12 perguntas sendo 11 abertas e 1 fechada e teve como objetivo o resgate das ideias dos licenciandos sobre alguns aspectos do conhecimento científico e dos modelos científicos, além de indagar sobre discussões relacionadas a essas categorias durante a formação inicial do grupo investigado. O segundo questionário apresentou como parte introdutória um texto que retrata a elucidação da estrutura cíclica do benzeno por Kekule, a partir do qual elaboramos 2 perguntas abertas com a finalidade dos licenciandos identificarem os modelos científicos presentes no texto. O último questionário teve como objetivo resgatar as ideias dos licenciandos sobre o uso de modelos em aulas de Química nos ensinos fundamental e médio, contendo 3 perguntas abertas e 2 fechadas.

Para cada categoria que procuramos investigar (natureza do conhecimento científico, modelos científicos e modelos didáticos), foram elaboradas mais de uma questão para um posterior cruzamento de informações na análise dos dados. Uma entrevista individual foi realizada após a análise dos questionários buscando aprofundar e esclarecer algumas questões que haviam sido explicitadas pelos licenciandos. As entrevistas duraram em média 40 minutos e foram gravadas em áudio e transcritas literalmente, subsidiando os dados já coletados e analisados a partir dos questionários aplicados.

## Análise dos Dados

A análise dos dados norteou-se por alguns dos procedimentos inerentes à análise de conteúdo conforme discutido por Bardin (1977). Inicialmente, foi realizada uma leitura das respostas fornecidas pelos licenciandos investigados aos 3 questionários e dos depoimentos oriundos da entrevista realizada, de modo a organizar os dados referentes às 3 categorias relacionadas ao nosso objeto de estudo. Para cada categoria foram estabelecidas subcategorias de acordo com as respostas que emergiram da análise dos instrumentos utilizados. No quadro 1 podemos visualizar as categorias e subcategorias analisadas, bem como o foco de análise para cada categoria.

Das subcategorias que emergiram a partir da análise das respostas aos questionários e entrevista apresentamos, no próximo item, os aspectos mais ressaltados pelos licenciandos investigados.

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Foco de análise</b>
Conhecimento Científico (CC)	Processo de produção do CC	A forma como os licenciandos concebem a construção do CC.
	Características do CC	As características que os licenciandos atribuem ao CC.
Modelo Científico (MC)	O que é um MC?	Ass ideia que os licenciandos têm acerca dos MC
	Qual a relação entre os MC e o CC?	Como os licenciandos entendem a relação existente entre MC e CC.
	O reconhecimento dos MC como parte do CC	Se os licenciandos reconhecem os MC como parte integrante do CC ao apresentarmos uma situação que envolva o ensino de Química.
Modelo Didático (MD)	O que é um MD?	As ideias que os licenciandos têm em relação aos MD, enfocando a diferenciação com os MC.
	A exemplificação de MD no ensino de Química	Os tipos de modelos que permeiam o ensino de Química para os licenciandos.
	Como os MD auxiliam no ensino de Química	De que forma os MD podem subsidiar o ensino de Química

Quadro 1 – Categorias, subcategorias e o foco de análise

## Discussão dos resultados

A partir das considerações que indicamos na parte metodológica desta pesquisa, apresentamos a seguir os principais aspectos ressaltados pelos licenciandos em relação às categorias investigadas.

### O conhecimento científico: ideias sobre o processo de construção

No processo de construção do conhecimento na ciência, todos os licenciandos ressaltaram a existência de um método a ser seguido (tabela 1). O método a ser utilizado pelos cientistas, na maioria das vezes, não é indicado de forma detalhada, o que pode sinalizar a pouca familiarização do grupo com a construção do conhecimento na ciência, mesmo que de um modo tradicional, conforme descreve Marsulo e Silva (2006). Essa visão tradicional contemplaria uma visão universal e linear: observação de um fato, formulação de um problema, formulação ou elaboração de hipóteses, elaboração de experiências controladas que testam as hipóteses, observação experimental e conclusão.

Aspectos	Número de citações (%)
O conhecimento científico é construído por meio de um método científico.	13 (41,94)
O conhecimento científico é dependente da validação de uma comunidade científica.	5 (16,13)
O conhecimento científico é um conhecimento comprovado experimentalmente.	5 (16,13)
O conhecimento científico é construído por meio de modelos.	4 (12,90)
O conhecimento científico pode ser produzido ao acaso.	1 (3,23)
O conhecimento científico é construído pelos cientistas de modo isolado.	1 (3,23)
O conhecimento científico é construído de modo cumulativo.	1 (3,23)
O conhecimento científico é construído por evolução ou superação de um conhecimento anterior.	1 (3,23)
<b>Total</b>	<b>31 (100)</b>

Tabela 1 – Aspectos relacionados ao conhecimento científico mais ressaltados pelos licenciandos.

As discussões da literatura – como é o caso de Gil Pérez et al. (2001) – apontam como uma das visões distorcidas que professores de Ciências apresentam em relação à produção do conhecimento científico, aquela em que o conhecimento científico seria produzido por meio de um método científico caracterizado por um conjunto de etapas que devem ser seguidas mecanicamente.

Apesar da visão rígida e linear ser destacada como distorcida por pesquisadores e estudiosos no ensino de Ciências, nela são ressaltados procedimentos que conduzem à construção do conhecimento científico, como a observação, construção de hipóteses, experimentação, apresentação das teorias etc. Nesse sentido, Marsulo e Silva (2006) apontam a necessidade de um redimensionamento do método científico, de modo a levar em consideração que esse é uma das múltiplas possibilidades na construção do conhecimento na ciência, sendo importante representá-lo como uma teia (rede, emaranhado) em que há influências de fatores sociais, culturais, ambientais.

Por outro lado, de acordo Gil Pérez et al. (2001), a ideia do método científico como um caminho único tem recebido críticas de grupos de professores, levando alguns a adotarem um relativismo extremo, tanto metodológico (não haveria uma metodologia específica para a produção do conhecimento científico) quanto conceitual (não haveria uma realidade objetiva que permitisse assegurar a validade das construções científicas; a única base em que se apóia o conhecimento seria o consenso de investigadores da área).

Dentre os procedimentos salientados no caminho de construção do conhecimento científico, a elaboração de uma hipótese é salientada por 8 licenciandos (L2, L5, L6, L7, L9, L11, L12 e L13). Nessa direção, Gil Pérez et al. (2001) defendem que a essência da orientação científica deveria ser a busca na mudança de pensamento, atitude e ação, inerentes às *evidências* do senso comum, para um raciocínio em termos de hipóteses por sua vez mais criativo e rigoroso. Nesse sentido, a resposta de L5 ao questionário 1, apresentada a seguir, indica uma aproximação com as questões sinalizadas por Gil Pérez et al. (2001).

#### *Licenciando 5*

*Através de observações, análise, estudos e hipóteses, enfim existem várias seqüências que devem ser seguidas para que os conteúdos cheguem a um conhecimento científico.*

A construção de modelos é reconhecida por autores como Castro (1992), Gilbert (1991), Chassot (2003), entre outros, como um dos processos essenciais na ciência. A construção

de modelos no processo de construção do conhecimento científico foi indicada por 4 licenciandos (L5, L9, L10 e L13). Esta é para nós uma questão preocupante, visto que pode indicar o não reconhecimento do papel dos modelos na construção e socialização do conhecimento científico por parte dos demais licenciandos.

Os licenciandos L4, L6 e L8 apesar de citarem a experimentação como um procedimento usado na construção do conhecimento na ciência, não explicitam esse procedimento como uma forma de comprovação. Entretanto, 5 licenciandos (L1, L2, L3, L9 e L13) assinalam que a experimentação iria confirmar ou não a veracidade desse conhecimento. Essa consideração pode estar relacionada com a supervalorização dada ao experimento no ensino de Ciências.

A ideia da comprovação experimental como um dos elementos na construção do conhecimento científico pode ser observada na resposta do licenciando 1 ao questionário 1.

#### *Licenciando 1*

*Conhecimento científico apresenta fundamentação e os seus resultados podem ser confirmados experimentalmente, ou seja, é um conhecimento explicativo, crítico, teórico e prático.*

A importância das discussões entre pesquisadores e a comunidade científica na construção do conhecimento científico, revelando o caráter social desse conhecimento foi ressaltada por 5 licenciandos (L1, L7, L9, L10 e L11). Essa concepção se distancia da ideia ingênua de que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou até mesmo toda uma teoria e que os cientistas são *gênios em uma torre de marfim*. L13 afirma, porém, que, na maioria das vezes, o conhecimento científico é produzido de modo isolado pelos cientistas (GIL PÉREZ et al., 2001).

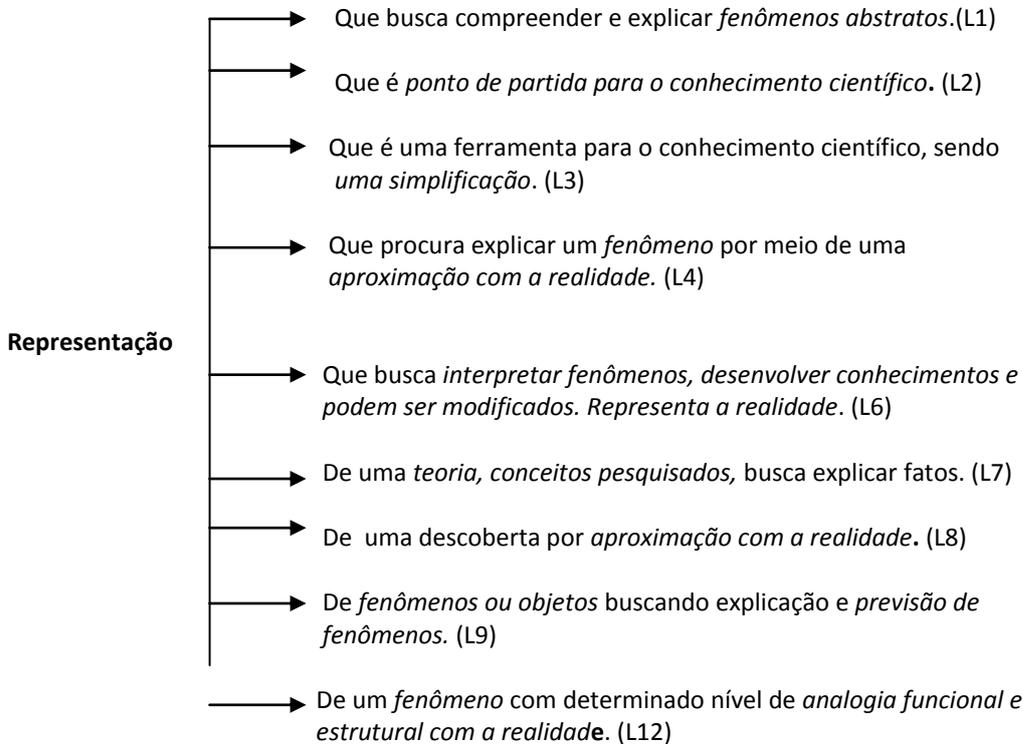
### Modelos científicos: características e papel na construção no conhecimento científico

De modo semelhante aos resultados das investigações conduzidas por Justi e Gilbert (2001), e Van Driel e Verloop (1999), 9 licenciandos (L1, L2, L3, L4, L6, L7, L8, L9 e L12) reconhecem os modelos com uma forma de representação (tabela 2).

Aspectos	Número de citações (%)
Os modelos científicos como uma forma de representar algo.	9 (19,15)
Os modelos científicos como entidades que auxiliam a explicação, compreensão e interpretação de fenômenos, fatos etc.	8 (17,02)
Os modelos científicos como forma de propiciar uma melhor visualização do que está sendo estudado.	3 (6,38)
Os modelos científicos como entidades que podem auxiliar a previsão de fenômenos.	2 (4,25)
Os modelos científicos e a realidade a ser modelada	4 (8,51)
Os modelos científicos como uma forma simplificada de representação, explicação.	3 (6,38)
Os modelos científicos como entidades passíveis de mudanças.	4 (8,51)
Os modelos científicos são validados por uma comunidade científica.	4 (8,51)
Os modelos científicos e as teorias.	1 (2,13)
Os modelos científicos e o conhecimento científico.	9 (19,15)
<b>Total</b>	<b>47 (100)</b>

Tabela 2 – Aspectos relacionados aos modelos científicos mais ressaltados pelos licenciandos.

As entidades que os modelos científicos buscariam representar são apontadas por 5 licenciandos (L1, L4, L6, L9 e L12) como sendo os fenômenos (esquema 1). Elementos que permeiam o conhecimento científico, como as teorias e os conceitos são questões que os modelos científicos também buscam representar para L7.



Esquema 1 – Aspectos apontados pelos licenciandos em relação aos modelos científicos enquanto uma forma de representação.

Em relação às finalidades dos modelos científicos, 8 licenciandos (L1, L4, L5, L6, L7, L9, L10 e L13) indicam a explicação, a compreensão e a interpretação de fatos e fenômenos. A previsão de novos fenômenos foi destacada também por L6 e L9 (tabela 2). Uma melhor visualização do que está sendo estudado é um outro aspecto salientado por 3 licenciandos (L10, L11 e L13). Nesse caso, fica evidente uma representação do modelo como entidade concreta que auxiliaria na compreensão do nível micro dos fenômenos. Por outro lado, isso também pode ser um indício de que os modelos são uma réplica da realidade e não uma representação de uma parte da realidade; dessa forma, são incompletos. Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram a investigação conduzida por Justi e Gilbert (2001), segundo a qual o grupo de professores investigados ressaltou a importância dos modelos em áreas como a visualização e a explicação.

A relação dos modelos com a realidade foi ressaltada por 4 licenciandos (L4, L6, L8 e L12). Para L4 e L8, o modelo científico é indicado como uma forma de aproximação da realidade, já L6 ressalta que os modelos são representações da realidade, enquanto que, para L12, os modelos explicariam uma realidade, porém tomada em seus aspectos particulares. A distinção entre modelos e realidade é uma questão importante, de acordo com Giordan e De Vecchi (1996), visto que as situações que pertencem à realidade são complexas e o que conseguimos é a abordagem do real por sucessivas aproximações. Assim, apesar do paralelismo entre realidade e modelo, existem, entre ambos, profundas diferenças que, em algum momento, podem gerar

divergências e a rejeição de um modelo em favor de outro mais elaborado. A resposta de L13 ao questionário 1 pode ser visualizada a seguir, sinalizando a relação entre modelos e a realidade.

*Licenciando 13*

*Os modelos científicos têm a finalidade de explicar aspectos particulares da realidade, em uma dimensão perceptível a nossa capacidade de compreender.*

A simplificação como uma das questões que estaria relacionada com os modelos científicos foi sinalizada por 3 licenciandos (L3, L5 e L13). Consideramos isso como uma questão importante na medida em que remete à ideia de que a categoria modelo procura representar uma parte do referente e, por isso, apresenta suas limitações. Islas e Pesa (2001) argumentam que o fenômeno em estudo pode ser representado sob diversas formas e se escolhe uma que seja mais adequada ao estudo que está sendo realizado. Essa escolha implica uma simplificação do fenômeno estudado, visto que alguns aspectos serão tomados na construção do modelo. A simplificação, dessa forma, é uma questão importante a ser considerada na construção dos modelos porque, por meio dela, é possível representar a realidade.

O caráter provisório dos modelos foi salientado por 4 licenciandos (L3, L4, L6 e L8). Esse é outro aspecto importante a ser ressaltado nos modelos científicos, visto que são construções provisórias e não possuem a verdade definitiva a respeito do que está representando. As limitações, inerentes ao processo de modelagem, o avanço teórico-experimental que se dá historicamente no conhecimento produzido pela ciência, entre outras questões, revelam a ideia de uma construção provisória, passível de mudanças. A resposta de L6 ao questionário 1, apresentada a seguir, sinaliza o caráter provisório dos modelos científicos.

*Licenciando 6*

*Os modelos são criados para interpretação de determinado fenômeno, de um certo conhecimento e muda com o tempo.*

A dimensão social na construção e validação dos modelos científicos foi ressaltada por 4 licenciandos (L2, L3, L7 e L8), mas apenas L7 indica em suas respostas essa dimensão na construção e socialização dos modelos científicos e do conhecimento científico. Nessa direção, Islas e Pesa (2003) comentam que a validação de um modelo construído não se dá apenas pela sua adequação como representação da realidade, mas também pela coerência sistêmica entre as estruturas dos modelos e teorias que são aceitas pela comunidade científica.

A relação entre modelos e teorias foi explicitada por L1. Ele indicou que a construção de modelos é norteada por um referencial teórico, o que corrobora a nossa posição segundo a qual os modelos são concebidos como entidades mediadoras entre a teoria e a interpretação empírica. A seguir, podemos observar as considerações feitas por L1 ao questionário 1.

*Licenciando 1*

*Os modelos da ciência são construídos a partir de uma fundamentação teórica e eles servem como referência para*

*todas as teorias que surgem na produção da literatura que a gente trabalha atualmente.*

A relação dos modelos científicos com o conhecimento científico foi explicitada por 9 licenciandos. Para L2, L3, L8 e L12, os modelos científicos seriam elementos no processo de construção do conhecimento científico. L4, L5, L7 e L9 ressaltam que os modelos científicos explicam ou expressam o conhecimento científico produzido, já para L13, o conhecimento científico fornece suporte teórico para a construção dos modelos. Na análise das questões que envolviam o conhecimento químico, porém, 10 licenciandos não conseguem reconhecer o modelo como parte do conhecimento químico no momento de explicar o comportamento de uma substância ou de um determinado conteúdo químico, indicando a importância de discussões e atividades durante a formação inicial que contemplem essas discussões.

### Modelos Didáticos: características e a relação com a o ensino-aprendizagem de Química na educação básica

A distinção entre os modelos científicos e os modelos nos ensinos médio e fundamental de Química foi feita por 9 licenciandos (L1, L3, L4, L5, L6, L8, L9, L10 e L13). Esses resultados corroboram a investigação conduzida por Justi e Gilbert (2002), segundo a qual a maioria dos professores por eles investigados reconhecia as diferenças entre os modelos científicos e aqueles utilizados no ensino de Química, apontando a necessidade de uma adequação dos modelos científicos às aulas de Ciências na educação básica.

Os licenciandos envolvidos em nossa pesquisa citam os seguintes fatores como os que caracterizam a diferença entre os dois tipos de modelos: i- a menor complexidade dos modelos nos ensinos fundamental e médio de Química em relação aos modelos científicos (L1, L4, L6, L8 e L13); ii- o caráter a-histórico na apresentação dos modelos nos ensinos fundamental e médio de Química (L1, L3, L8 e L9); e iii- e a forma como os modelos apresentados nos ensinos fundamental e médio o que faz promover uma imagem distorcida do modelo científico (L10). Por meio das respostas de L4, L9 e L10 ao questionário 3, citadas adiante, podemos observar suas ideias ao serem indagados se haveria uma diferença entre os modelos científicos e os modelos trabalhados nos ensinos fundamental e médio de Química.

#### *Licenciando 4*

*Sim. Os alunos estudam de forma superficial, ou seja, só é apresentado aos alunos os modelos didáticos, facilitando a compreensão dos alunos.*

#### *Licenciando 9*

*Existe sim, os modelos científicos levam em conta o período histórico, ou seja, o momento e o processo que cada cientista presenciou, já no ensino médio, o conteúdo não é desenvolvido e sim transmitido de forma pronta e acabada.*

*Licenciando 10*

*Sim, porque em algumas áreas são passadas para o aluno do ensino médio conteúdos distorcidos e até sem muita relação com o meio científico.*

A diferenciação entre os modelos utilizados no ensino e os modelos científicos é essencial para que o professor possa propor atividades que envolvam a utilização de modelos nas aulas de Química, visto que no âmbito da sala de aula, irá haver o processo de negociação de significados entre modelos construídos pelos alunos relacionados ao fenômeno químico em estudo e o modelo científico por intermédio dos modelos didáticos propostos pelo professor.

Os aspectos mais ressaltados pelos licenciandos em relação aos modelos didáticos são indicados na tabela 3 apresentada a seguir.

Aspectos	Número de citações (%)
São modelos utilizados para auxiliar na aprendizagem dos alunos.	11 (55)
São utilizados para auxiliar na compreensão do nível micro.	4 (20)
São modelos apresentados nos livros didáticos.	3 (15)
São modelos que podem dificultar a aprendizagem.	1 (5)
São modelos que evitam ambigüidades na compreensão de um conteúdo químico.	1 (5)
<b>Total</b>	20 (100)

Tabela 3 – Aspectos relacionados aos modelos didáticos mais ressaltados pelos licenciandos.

Os modelos didáticos foram apontados como uma forma de auxiliar a aprendizagem dos alunos por 11 licenciandos; apenas L4 e L9 não referenciaram essa consideração em suas respostas. Esse é um resultado importante, visto que pode contribuir para que os professores construam estratégias que subsidiem o uso de modelos didáticos ao longo de sua formação profissional. Os depoimentos de L2 e L13 durante a entrevista, citados a seguir, indicam os modelos didáticos como subsídios na aprendizagem em Química.

*Licenciando 2*

*O modelo didático é como melhor explicar ao aluno, cabe ao professor a melhor forma de avaliar o modelo pra explicar ao aluno.*

*Licenciando 13*

*O modelo didático seria um modelo mais simples que o modelo científico para que o aluno possa entender.*

Como podemos visualizar na tabela 3, a compreensão do nível micro da Química é salientado por 4 licenciandos (L1, L3, L5 e L11) como uma das finalidades dos modelos didáticos. Esse aspecto também foi salientado por Justi e Gilbert (2002) em cuja pesquisa o grupo investigado apontou que os modelos podem fazer o abstrato mais concreto e, dessa forma, ajudar os estudantes a imaginar a natureza do fenômeno e a compreender a sua natureza micro.

O livro didático como fonte dos modelos didáticos foi indicado por 3 licenciandos (L5, L7 e L8). L8 explicita que geralmente esses modelos estão presentes nos livros didáticos, como podemos visualizar em seu depoimento durante a entrevista, citado a seguir. Entretanto, consideramos que o professor pode apresentar os modelos didáticos a partir de diversas fontes como materiais concretos, ilustrações.

*Licenciando 5*

*O modelo didático é esse modelo que a gente usa como educador, né? Que tá muitas vezes explícito nos livros didáticos, que já vem formulado, são vários autores que formulam os conceitos através daqueles conhecimentos científicos e a gente tem que passar da melhor forma para os alunos [...]*

O licenciando 4 ressalta que os modelos didáticos podem dificultar a aprendizagem dos alunos, enquanto que, para o licenciando 1, os modelos didáticos evitam ambigüidades no processo de aprendizagem. Consideramos importantes as questões apresentadas por esses licenciandos, uma vez que, se o modelo didático for bem utilizado, poderá auxiliar o processo de negociação entre os modelos elaborados pelos alunos e o modelo científico, ratificando as considerações de L1. Por outro lado, como afirma Giordan e De Vecchi (1998), os modelos didáticos são, na maioria das vezes, mal elaborados, constituindo um obstáculo à aprendizagem por serem, por exemplo, de difícil compreensão ao nível cognitivo dos alunos e defasados em relação ao saber científico que pretendem transmitir.

Os exemplos de modelos utilizados nas aulas de Química são explicitados na tabela 4. Os modelos que os licenciandos mencionaram como exemplos de modelos típicos do conhecimento químico – como, por exemplo, ao estudo dos gases, às reações químicas ou à tabela periódica – foram modelos citados por 7 licenciandos (L4, L5, L7, L8, L9, L10, L13). A utilização de modelos como subsídio à "visualização" das questões inerentes ao nível microscópico pode ser evidenciada nos exemplos apresentados por 6 licenciandos (L1, L2, L4, L5, L7 e L12) ao citarem modelos concretos – como, por exemplo, modelos com palito e isopor ou massa de modelar – para representar as moléculas. Modelos simbólicos são apontados por 2 licenciandos (L7 e L9), como a forma representacional de uma reação química, de uma ligação química. De forma equivocada, experimentos foram indicados por 4 licenciandos (L6, L7, L10 e L12) e exemplos do cotidiano, por 3 licenciandos (L2, L8 e L12) como modelos utilizados nas aulas de Química. Para essa questão, 2 licenciandos (L3 e L12) não indicaram nenhum exemplo.

<b>Exemplos de modelos didáticos</b>	<b>Número de citações (%)</b>
Modelos Teóricos	7 (31,82)
Modelos Concretos	6 (27,27)
Modelos Simbólicos	2 (9,09)
Experimentos	4 (18,18)
Exemplos do Cotidiano	3 (13,64)
<b>Total</b>	<b>22 (100)</b>

Tabela 4 – Como os licenciandos exemplificam os modelos didáticos.

As vantagens e desvantagens da utilização dos modelos no ensino de Química, tanto na utilização de modelos didáticos, quanto numa abordagem que propicie a construção de modelos por parte dos alunos, foram citadas pelos licenciandos mencionados na tabela 5.

Vantagens	Número de citações (%) (licenciandos)	Desvantagens	Número de citações (%) (licenciandos)
Desenvolvem a reflexão crítica, a busca pelo conhecimento, o questionamento, a curiosidade, a autonomia.	10 (55,55) (L1, L2, L3, L4, L6, L8, L9, L10, L11 e L13)	Requer mais tempo.	5 (55,55) (L3, L4, L5, L8, L11 e L12)
Proporcionam uma maior interação.	5 (27,77) (L1, L2, L5, L7, L8, L10)	Dificuldades dos alunos em trabalhar com uma abordagem de ensino diferente.	1 (11,11) (L6)
Proporcionam uma aprendizagem mais duradoura.	2 (11,11) (L4, L7)	A abordagem tradicional seria mais eficiente.	1 (11,11) (L13)
Auxiliam no estabelecimento de analogias.	1 (5,55) (L12)	Pode não haver a participação de todos os alunos no processo.	1 (11,11) (L2)
<b>Total</b>	18 (100)	Limitação teórica dos alunos.	1 (11,11) (L9)
		<b>Total</b>	9 (100)

Tabela 5 – Visão dos licenciandos sobre as vantagens e desvantagens do uso de modelos no ensino médio de Química.

Dez (10) licenciandos sinalizam questões importantes que seriam desenvolvidas a partir do trabalho com modelos nas aulas de Química na educação básica, como a autonomia e a busca pelo conhecimento. Uma maior interação entre alunos e entre professor e alunos é outro ponto salientado por 5 licenciandos. Uma aprendizagem concebida como *mais duradoura* foi citada por 2 licenciandos. Para esses, na medida em que os alunos constroem seus modelos acerca dos fenômenos, participam do processo de modo mais ativo e, assim, o conhecimento construído não é facilmente esquecido. Um licenciando ressaltou uma questão interessante: o estabelecimento de analogias na medida em que utilizamos uma abordagem que contemple modelos.

As considerações sobre as vantagens indicadas pelos licenciandos são importantes, pois nos proporcionam indícios de que esses licenciandos podem incorporar e desenvolver, ao longo de sua trajetória profissional, estratégias didáticas que contemplem a utilização de modelos. Outro ponto a ser ressaltado são as desvantagens evidenciadas por esses licenciandos, visto que a partir dessas, teremos subsídios para propor estratégias diferenciadas durante o processo formativo, avaliando as limitações de uma abordagem que contemple a construção de modelos nas aulas de Química dos ensinos fundamental e médio.

O tempo adotado para uma abordagem que contemple modelos é indicado por 5 licenciandos como um fato que limita a utilização desse tipo de abordagem, uma vez que, segundo eles, precisam cumprir o programa. Essa é uma questão que contempla

também a dimensão do profissionalismo discutida neste trabalho, pois requer dos professores uma organização enquanto classe na luta por condições de trabalho para o exercício profissional de acordo com suas concepções teóricas e metodológicas.

A dificuldade em se trabalhar com uma estratégia diferenciada da habitual é um entrave apontado por 1 licenciando, tanto para o próprio professor quanto para os seus alunos. Essa questão pode ser minimizada na medida em que o professor, em seu processo formativo, se familiariza com estratégias didáticas que contemplam o uso de modelos, fornecendo-lhe elementos iniciais que podem ser desenvolvidos no decorrer de sua trajetória profissional. A abordagem tradicional, para 1 licenciando, seria mais eficiente. Essa é uma consideração preocupante, pois entendemos que o professor só buscará abordagens alternativas em suas aulas de Química no momento em que reconhecer as limitações de suas estratégias usualmente adotadas.

Outra preocupação indicada por 1 licenciando está relacionada com a participação de todos os alunos. Essa é uma questão pertinente, pois o professor deve buscar estratégias que consigam mobilizar os alunos numa abordagem que contemple modelos.

As vantagens da utilização de modelos indicam a importância que é conferida a essa categoria pelos licenciandos investigados. Apontamos, porém, como relevantes as limitações sinalizadas no emprego de uma abordagem que adote modelos no ensino de Química, uma vez que nos apontam elementos para que possamos propor estratégias diferenciadas no decorrer do processo formativo ao abordar os modelos, ao mesmo tempo que, revelam a importância de proporcionarmos uma formação inicial que contemple a realidade e necessidades inerentes ao contexto de trabalho desses futuros professores.

## Considerações finais

A preocupação com a profissionalização docente é uma questão que tem sido evidenciada no cenário educacional. A busca por um repertório de saberes que caracterizem e legitimem a docência enquanto profissão permeia os debates, constituindo um dos subsídios ao exercício dessa profissão e contemplando a dimensão da profissionalidade.

Refletir sobre a docência no ensino de Química, nos sinaliza um conjunto de saberes que contemplam aqueles relativos ao exercício do magistério no sentido mais amplo e aqueles que revelam as singularidades da disciplina. Nesse sentido, a natureza do conhecimento químico e dos modelos relacionados a esse conhecimento, bem como a forma como o professor conduz a mediação entre os modelos da ciência e os modelos construídos por seus alunos nas aulas de Química constituem elementos importantes a serem incorporados ao repertório de saberes.

Para o conhecimento científico, a presença de um método científico no processo de construção da ciência é um aspecto indicado por todos os licenciandos investigados, embora tenhamos observado uma falta de consistência a respeito de como se dá esse processo, fato que relevou a pouca aproximação dos futuros professores com o processo de produção do conhecimento na ciência. De forma mais discreta, porém,

outras questões interessantes permearam as ideias dos licenciandos a respeito do conhecimento científico como, por exemplo, a dimensão social e o papel da comunidade científica na validação desse conhecimento, o experimento como forma de comprovação do conhecimento científico e a ênfase dos modelos no processo de construção do conhecimento científico. Essa ênfase é para nós um ponto fundamental.

Os modelos científicos foram apontados pela maioria dos licenciandos como uma forma de representação cuja finalidade seria a explicação, a compreensão e a interpretação dos fenômenos. Aspectos pertinentes relativos a isso foram sinalizados como o seu caráter provisório e o fato de ser uma forma simplificada de representação. Isso evidencia o papel dos modelos como uma tentativa de representar determinados aspectos da realidade e, por não ser possível tomar todos os seus aspectos, não podem ser apresentados como um dogma, uma verdade imutável. Apesar de os licenciandos declararem que há uma relação entre o conhecimento científico e os modelos científicos, ao serem apresentadas situações envolvendo o conhecimento químico para que eles reconhecessem os modelos relacionados com o conhecimento científico, houve limitações. Esse fato revelou que, apesar de incorporarem ao discurso questões relativas aos modelos, há um distanciamento quanto às situações em que esses podem ser reconhecidos.

Uma diferenciação entre os modelos abordados nos ensinamentos fundamental e médio de Química e os modelos científicos foi indicada pela maioria dos licenciandos, embora não tenha sido destacado que as diferenças estão norteadas pelas singularidades inerentes aos contextos científico e escolar. Foi evidenciado o papel dos modelos didáticos como uma ferramenta que contribui para a aprendizagem dos alunos e, ainda que tenham sido exemplificados no ensino de Química. É necessário que os modelos didáticos sejam elaborados e discutidos no processo formativo para que estratégias diversificadas possam ser mobilizadas nas aulas de Química.

Outros aspectos relevantes são as limitações apontadas pelos licenciandos para uma abordagem que contemple os modelos. A identificação desses limites contribui para que se pense sobre as condições de ensino nas escolas e ratifica a ideia de que a busca pela profissionalização docente envolve tanto o corpo de saberes relativos à sua dimensão interna (profissionalidade) quanto os aspectos referentes à dimensão externa (profissionalismo). Nesse sentido, a limitação do tempo é um fator destacado como um dos entraves para vivenciar uma abordagem que propicie a construção de modelos, como também a dificuldade em se trabalhar com uma abordagem diferente da habitual.

As questões aqui apresentadas evidenciam a necessidade de discussões, ao longo do processo formativo, relacionadas às categorias salientadas. Apesar de não termos pretendido, durante nossa investigação, propor um processo de formação de professores, percebemos que as reflexões promovidas durante a disciplina Prática de Ensino de Química foram incorporadas ao discurso dos licenciandos de modo, muitas vezes superficial. Essa nossa constatação pode, então, contribuir para o redirecionamento dos cursos de licenciatura na medida em que funciona como um alerta e indica que muitas questões relativas ao ensino devem ser discutidas desde o início dos cursos, não apenas, de forma pontual, em uma disciplina.

## Agradecimentos

À CAPES, à UFRPE, à UFRN e aos licenciandos participantes da pesquisa.

## Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CASTRO, E. A. El empleo de modelos en la enseñanza de la química. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 10, n. 1, p. 73-79, 1992.
- CHASSOT, A. **Educação conSciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.
- CONCARI, S. B. Teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 85-94, 2001.
- GILBERT, S. W. Model building and a definition of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 1, p. 73-79, 1991.
- GIL PÉREZ, D. et al.. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 125- 153, 2001.
- GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GROSSLIGHT, L.; JAY, E.; SMITH, C. L. Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 9, p. 799-822, 1991.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.4, n.3, p. 1-17, 1999.
- 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**, v.14, p. 541-562, 1992.
- ISLAS, S. M.; PESA, M. A. Futuros docentes y futuros investigadores se expresan sobre el modelado em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 319-328, 2001.
- \_\_\_\_\_. ¿Qué rol asignan 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. Proposição de um modelo para análise do desenvolvimento do conhecimento de professores de Ciências sobre modelos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003. CD-Rom.
- JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. A natureza dos modelos na visão de professores de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001. CD-Rom.

---

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. Science teacher's knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. **Internacional Journal Science Education**, v. 24, n. 12, p. 1273-1292, 2002.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. Aprendizagem por modelos utilizando modelos e analogias. In: NÚÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. (Orgs.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 245-264.

MARSULO, M. A. G. e SILVA, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, 2005. Disponível em: <[www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3\\_Vol4\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N3.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2006.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A profissionalização da docência: um olhar a partir das representações dos 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.

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

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**. v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

VAN DRIEL, J. H. ; VERLOOP, N. Teacher's knowledge of models and modelling in science. **Internacional Journal Science Education**, London, v. 21, n. 11, p. 1141-1153, 1999.

**Submetido em outubro de 2008, aceito em maio de 2011.**