

# MODELAR: UMA COMPETÊNCIA NECESSÁRIA PARA A APREENSÃO DA REALIDADE QUÍMICA

José Claudio Del Pino<sup>1</sup>

**Resumo:** Esta investigação objetivou avaliar o grau de entendimento sobre realismo científico de estudantes de um curso de Química. Para tal, utilizou-se um questionário como instrumento de coleta de informações empíricas relacionadas a compreensões sobre aspectos do conhecimento científico enquanto descritivos da realidade. Escolheram-se quatro questões, pelas quais se verificou nas manifestações dos participantes baixo grau de realismo em relação à mutabilidade temporal da verdade científica e às mudanças do conhecimento nas ciências em relação à Mecânica Newtoniana e à Relativística. Depreende-se que a visão de ciência e da natureza do conhecimento científico por parte dos graduandos em Química situa-se no referencial epistemológico positivista, que possivelmente se constrói/consolida no curso acadêmico, devido às concepções de seus formadores sobre a natureza do conhecimento científico nessa mesma vertente filosófica, e que definem suas propostas didático-pedagógicas. A vivência formativa do professor de Química nesse contexto também determina suas compreensões sobre os processos de ensinar e aprender.

**Palavras-chave:** Concepções de ciência. Positivismo. Modelo. Realidade química.

## MODELAR: A NECESSARY COMPETENCE TO COMPREHEND CHEMICAL REALITY

**Abstract:** The purpose of the investigation is to evaluate the degree of understanding of what is called herein the scientific reality by students in a chemistry course. To do so, a questionnaire was used as an instrument to collect empirical information related to the comprehension of scientific knowledge aspects as descriptive of reality. Four questions were chosen where it was found in the participants' manifestations a low degree or realism in relation to the temporal changeability of scientific truth and the changes of knowledge in sciences in relation to the Newtonian and relativistic mechanics. It has been gathered that the view of science and the nature of scientific knowledge by chemistry undergraduates is located within a positivistic epistemological referential that is likely to be build/consolidated during the academic course, due to the conceptions of their developers, under the nature of scientific knowledge in this same philosophical source, and that defines their didactic pedagogical proposals. The formative experience of chemistry teachers in this context also determines their understanding of the teaching and learning processes.

**Keywords:** Conceptions of science. Positivism. Model. Chemical reality.

---

<sup>1</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Ensino do Centro Universitário UNIVATES.

## 1 INTRODUÇÃO

Nosso grupo de pesquisa desenvolve atividades de ensino e de pesquisa orientadas à formação de professores. Uma das temáticas de investigação envolve o estudo das concepções dos professores sobre a natureza do conhecimento científico e sua relação com os modelos didáticos que eles utilizam em suas salas de aula (PASSOS; DEL PINO, 2012; FRISON; DEL PINO; CERETTA, 2010; SILVA; DEL PINO, 2009; PREDEBON; DEL PINO, 2009; LOPES et al., 2008; LOPES et al., 2007; LOGUERCO; DEL PINO, 2006).

Resultados de pesquisas com professores em formação inicial e em exercício profissional têm mostrado que suas concepções epistemológicas são majoritariamente de natureza positivista (PORLÁN, 1995; MALDANER, 2000; SCHNETZLER, 2002). Nesta pesquisa, buscamos identificar tais concepções em estudantes do curso de licenciatura em Química, na área conceitual relacionada a modelos explicativos na ciência, dentro da temática dos modelos atômicos. Os resultados confirmam o que se apresenta em outros estudos: os estudantes predominantemente têm concepções positivistas em relação à temática conceitual em estudo, contrastivamente àquelas desejáveis, de natureza realista.

Um número considerável de pesquisas já realizadas visando a investigar as visões de estudantes dos diversos níveis de escolaridade enfatizam o que se convencionou chamar de visões sobre a natureza da ciência (VNC) com enfoques eminentemente epistemológicos internalistas (LEDERMAN et al. 2002; RUBBA; ANDERSEN, 1978; MILLWOOD, 2006; STEIN; MCROBBIE, 1997; LOPES et al., 2006; LOPES et al. 2007). As imagens implícitas sobre ciência são comunicadas continuamente durante o curso de graduação – discussões, atividades laboratoriais, leituras e projetos de trabalho (RYDER; LEACH; DRIVER, 1999)–, e esses processos educativos influenciam a formação dos futuros profissionais da ciência. Nesse sentido, mantém-se a necessidade de realizar reflexões que tragam os aportes da História e da Filosofia da Ciência para o futuro professor, seja da Escola Básica, seja do Ensino Superior (LOGUERCO; DEL PINO, 2006). Em especial, faz-se necessária a inclusão de uma forma de pensar a educação em Ciências de Nível Superior que leve em conta as dinâmicas sociais que moldam as condutas dos futuros profissionais. Esse questionamento inicial serve de base para o delineamento de outra questão pertinente: a Didática das Ciências e seu papel no Ensino Superior, em que se constituem as profissões ligadas à carreira científico-acadêmica, com especial destaque, neste trabalho, os futuros profissionais da Química, como os bacharelados e licenciados (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002; MELLADO; CARRACEDO, 1993; MONK; OSBORNE, 1997).

A proposta apresentada nesta pesquisa contribuiu para a discussão sobre o “senso comum filosófico” que subsiste durante a formação dos licenciandos em Química. O levantamento de concepções, pautado pelas interpretações das relações entre ontologia e epistemologia, serve como tentativa de identificação de noções de uma dada comunidade, os futuros profissionais da Química, que compartilham de um dado conjunto de conhecimentos (denominados aqui de episteme), ao mesmo

tempo em que compartilham de um dado conjunto de opiniões (doxa) sobre Química e Epistemologia das Ciências, respectivamente.

## **2 PROPOSTA METODOLÓGICA**

Para a coleta de dados necessários a esta pesquisa, utilizou-se um questionário formulado por Pessoa Jr. (2003), constituído de 20 questões de escolha simples, que versam sobre diferentes situações hipotéticas e incitam o questionamento acerca do conhecimento a respeito da ocorrência de fenômenos físicos, a independência (ou não) do observador no desenrolar desses fenômenos, as mudanças nos modelos explicativos da ciência, entre outros.

O questionário foi aplicado a 24 estudantes do 5º e 6º semestres do curso de licenciatura em Química da UFRGS. O objetivo da pesquisa foi avaliar o grau de entendimento sobre o que denominamos, nesta investigação, de realismo científico de estudantes do referido curso.

A aplicação do questionário lúdico objetiva analisar as respostas relacionadas à compreensão sobre aspectos do conhecimento científico enquanto descritivos da realidade. O instrumento torna, também, possível indicar o grau de realismo dos respondentes.

Analisaram-se quatro questões, nas quais se buscaram verificar o grau de realismo em relação à mutabilidade temporal da verdade científica e as mudanças do conhecimento nas ciências em relação à Mecânica Newtoniana e à Relativística.

As apropriações que se fizeram do entendimento de realismo científico, para analisar as respostas dos estudantes, alicerçam-se na proposição de Pessoa Jr. (2003), que diferencia Realismo (R) e Positivismo (P) considerando que este último propõe evitar qualquer especulação sobre mecanismos ocultos. Só teria sentido tecer afirmações sobre o que é observável e verificável. Pessoa Jr. (2003) faz uma classificação prévia em cada assertiva de resposta nas questões, considerando Realismo e Positivismo.

Para ampliar a conceituação de Pessoa Jr., referenciamos os estudos de Japiassu (1981), que considera que Realismo e Positivismo são duas correntes epistemológicas irreduzíveis uma da outra. Tanto os filósofos como os cientistas se dividem em lados opostos. Os positivistas consideram que só existe na natureza a ordem que o ser racional for capaz de lhe dar. Eles se limitam a reconhecer certas regularidades nos fenômenos naturais. A seu ver, o papel do cientista consiste em inventar leis para descrever tais fenômenos do modo mais fiel possível. Quanto aos realistas, tomam uma posição diametralmente oposta. Eles partem do pressuposto básico de que existe uma identidade fundamental entre a natureza e a razão. Sendo assim, a tarefa do cientista consiste apenas em descobrir (não inventar) as leis já existentes na natureza. Essas leis existem na natureza mesmo que não haja nenhum cientista para observar suas manifestações.

A origem histórica dessas duas correntes epistemológicas remonta ao século XVII. O pensamento realista tem suas origens no Racionalismo Cartesiano do século XVII. Sua característica fundamental consiste em postular que o mundo

obedece a leis simples, redutíveis às matemáticas e, portanto, cognoscíveis apenas como raciocínio lógico. Sua concepção de verdade se fundamenta na crença em uma realidade física definida, que existiria mesmo se não houvesse observador, mas sendo acessível à pesquisa, ao conhecimento quantitativo e ao cálculo. A existência de um mundo independente de nossas sensações e de nossas observações constitui uma posição de princípio aceita como indemonstrável. Um fundamento da crença realista na realidade objetiva do mundo exterior se encontra no Materialismo Mecanicista do século XVIII e no Materialismo Dialético dos séculos XIX e XX. Concebe que nossas ideias nada mais são do que o reflexo da matéria extensa em um sentido muito amplo (objetivos, fenômenos, condições históricas, sociais de existência). A realidade objetiva existe independentemente da consciência humana que a reflete. Os elétrons, o campo gravitacional existem fora do conhecimento humano, enquanto realidade objetiva, ou não? A resposta é afirmativa.

O pensamento positivista se enraíza no empirismo inglês do século XVIII. Sua característica fundamental consiste em fundar todo o conhecimento sobre os dados sensoriais e em afirmar que só se pode estabelecer entre as coisas relações prováveis, susceptíveis de serem confirmadas por observação repetida, sem que tenhamos a certeza de que sejam universais e necessárias. O Positivismo contemporâneo se sustenta no Positivismo Comteano do século XIX. Comte limitava as ambições da ciência à pura e simples descrição dos fenômenos, relegando ao domínio da metafísica toda tentativa das causas primeiras. A concepção positivista de verdade na ciência parte do fato, para ela neutro e primordial, de que a observação é o único material a partir do qual a ciência se constitui e deve se desenvolver. A verdade ou a falsidade de um enunciado só pode ser estabelecida por um recurso à experiência, testável pelos sentidos, que permite a percepção da realidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depreende-se da análise das respostas que a visão de ciência e da natureza do conhecimento científico, por parte dos licenciandos em Química, situa-se no referencial epistemológico positivista. Possivelmente, esta visão se constrói/consolida no curso de licenciatura, em função das concepções de seus formadores sobre a natureza do conhecimento científico nessa mesma vertente filosófica e que define suas propostas didático-pedagógicas. A vivência formativa do professor de Química nesse contexto também determina suas compreensões sobre os processos de ensinar e aprender (TARDIF; LESSARD; LAHAYE, 1991).

Inicialmente, em relação à questão: “Qual o objetivo primeiro da ciência?”, verifica-se que os licenciandos (20,9%) atribuem à ciência objetivos diversos, como o de resolver problemas (P), derivando da essência, ou seja, a construção do conhecimento (verdade – R – 16,7%). Confunde-se esse objetivo primeiro com sua aplicação em contextos que se utilizam das relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (P – 62,5%).

Quanto à questão: “A verdade, com relação ao mundo da física, muda de época para época, ou ela é sempre a mesma, mesmo que a desconheçamos?”, os estudantes consideram que a verdade é mutável (41,7% - P), evidenciando que ela

corresponde à realidade (ontologia) percebida de forma positiva (epistemologia). Aproximadamente um terço (R) dos licenciandos consideram que ela é sempre a mesma.

Isso se reflete quando se questiona a compreensão de verdade em relação à área de conhecimento da ciência, como a Mecânica Newtoniana (Questão: “A Mecânica Newtoniana (MN) é verdadeira?”) e a Relativística (Questão: “A Mecânica Relativística (MR) (Restrita e Geral) é verdadeira?”). Nenhum estudante considerou em suas respostas que elas sejam falsas (R), assim como a segunda foi considerada falsa por 16,7% dos respondentes, mas que se aproxima mais da verdade. Há a tendência dos licenciandos conceber de forma positivista a ciência e o conhecimento científico, expressando pouca compreensão de verdade na ciência. Nas suas opções de respostas eles expressam transitoriedade de compreensão da verdade: “ela (MN) é verdadeira em certos domínios, em outros não”; “ela (MR) é verdadeira hoje, mas no futuro provavelmente não será mais”; “ela (MN) era verdadeira no século XVIII, mas hoje é falsa”.

As concepções dos professores sobre realidade são diversificadas. Alguns consideram que ela é múltipla e constituída pelo sujeito a partir dos sentidos; outros, que ela é independente do sujeito e criada a partir da observação, das percepções e das interpretações dos dados desse “real”. Há uma “realidade percebida” pelos professores, o que significa que “existe uma realidade, mas não se pode conhecê-la inteiramente”, podendo apenas ser apreciada a partir de pontos de vista particulares, chamados percepções (LINCOLN; GUBA, 1985).

Por outro lado, a realidade múltipla e construída pelo sujeito, que os professores interpretam de acordo com a concepção de “realidade percebida”, é uma concepção filosófica que duvida da existência do real, que nunca será conhecido. As coisas são construídas pelos sujeitos e essas realidades representam os significados dessa construção (SILVA, 1999; LOPES et al. 2007).

A diversidade interpretativa que transita entre o acesso a uma suposta realidade independente do observador e uma realidade tão múltipla quanto o número de observadores é expressão do caldeirão epistêmico que parece fazer parte das trajetórias formativas dos professores. Possivelmente, se questionados quanto aos conceitos da sua área profissional (Química), os inquiridos responderiam em alto grau de convergência (consenso). No entanto, quando colocados à prova no que tange às perspectivas filosóficas mobilizadas, a emergência de dissenso entre opiniões é claro alerta da fraca reflexão acerca da atividade científica enquanto empreendimento que baseia sua cientificidade em pressupostos epistemológicos. Isso também fica evidenciado nas respostas dos estudantes em relação a suas concepções positivistas sobre a natureza do conhecimento científico.

Os professores valorizam a experiência concreta como critério de cientificidade do conhecimento, e manifestam suas concepções: “O que dá base para o conhecimento do aluno na escola é o empírico, é como o São Tomé”, “eu aprendi o que é H<sub>2</sub>O, mas eu só vou entender o que é H<sub>2</sub>O no dia em que eu beber a minha água”, “ele (Einstein) testou se realmente era real...através de experimentos para ver se realmente era aquilo”, e, ao ser informado de que o trabalho de Einstein

não pode ser entendido como propriamente empírico, o professor replicou, sem hesitar: “mas não foi do ar, de algum lugar ele tirou”(LOPES; SOUZA; DEL PINO, 2004).

Assim, a comprovação empírica aparece com destaque nas representações da Química. O “ver” torna-se o grande critério nessa ciência que opera justamente com o que não se vê: “é uma questão de ver, se eu conseguisse mostrar”. O empírico é utilizado como critério de validade do conhecimento e, portanto, formador de verdades. Essas noções de verdade, como uma questão de verificação empírica, continuam na base da ciência da modernidade e moldam os currículos de formação de professores (LOPES; SOUZA; DEL PINO, 2004).

É preciso, portanto, imaginar, fazer imagens de um mundo quase imaginário, que é o objeto de estudo da Química, de um microcosmos, para explicar a realidade do mundo (CHASSOT, 1993). A Química estuda as substâncias e suas transformações, e, para compreendê-las, evocamos átomos, moléculas, ligações químicas, reações químicas, sistemas em equilíbrio químico, que pertencem a uma realidade sobre a qual não conhecemos mais do que o resultado de algumas interações com ela. Por isso, construímos modelos dessas entidades, que se constituem aproximações do que conhecemos do modelado: um mundo de difícil acesso real. Por exemplo, o modelo do gás ideal, que se alicerça em dois postulados: o volume das moléculas do gás é desprezível, e não há forças interativas entre elas, é adequado para se explicar propriedades de sistemas gasosos reais como o  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ; ou se estudar a estequiometria de suas transformações usando a equação  $PV = nRT$ , desde que consideramos o contexto do Ensino Médio, e que tenhamos clareza de suas limitações. Modelo é alguma coisa que permite a apreensão da realidade. Dessa forma, nossa própria apreensão é uma interpretação, submetida ao que ela tem de dinâmica e, às vezes, de progressiva (EICHLER, 2001). É importante que o professor diga para seus alunos que está se apropriando de modelos representativos do modelado na abordagem de tais conteúdos, e discuta com eles as limitações deles, enfatizando, por exemplo, que as representações de átomos e células no livro didático se situam no espaço bidimensional e que não há movimento.

Temos que considerar também a finalidade do modelo, o que definirá sua complexidade. Na evolução dos modelos de átomos, o de John Dalton (1808) é o mais simples: uma bola. O de John Thomson (1898) coloca partículas carregadas positiva e negativamente dentro da bola. O modelo de Ernest Rutherford (1911) defini regiões dentro da bola em que se localizam as cargas positivas, prótons no núcleo, e as negativas, elétrons na eletrosfera. O de Niels Bohr (1913) define as energias permitidas para as entidades subatômicas, a fim de conferir estabilidade a esse sistema. Os modelos de átomos mudam devido ao avanço do conhecimento científico; partem da mecânica clássica – Newtoniana – para a Quântica, com as contribuições de Albert Einstein (1905) pela introdução do conceito de probabilidade e de Louis de Broglie (1924) pela hipótese da dualidade da matéria – onda e partícula. O elétron tem comportamento ondulatório e corpuscular associados. Os modelos explicativos da natureza da matéria mudaram ao longo do tempo, desde os filósofos gregos, Demócrito e Leucipo (400 a. C.), mas a realidade do átomo não mudou. O que mudou foi a nossa compreensão do modelado, nos

aproximamos do real. Essa conceito é de difícil compreensão para os graduandos e professores e percebe-se nas suas respostas ao questionário o quanto eles têm dificuldades de apontar o valor de verdade em relação aos modelos mecanicistas e quânticos sobre a estrutura da matéria.

No contexto da filosofia da ciência, Bunge (1998) sustenta que: “para entender como a ciência funciona, alguém deve olhar em sua face. De outra maneira, não se contribuirá com qualquer verdade, quanto mais original, para o conhecimento do conhecimento científico”. No seu livro *Teoria e Realidade*, Bunge (1974) busca responder questões como: “o que é um modelo teórico? Quais são as relações entre um modelo teórico e uma teoria geral? Como são comprovadas as teorias?”. Como afirma Bunge (1974), o que a palavra modelo significa à luz da semântica, mesmo quando traz significados no seio de uma ciência, não é suficiente para entender o conceito, pois: “as coisas não são positivamente tão simples”. Isso acontece porque “nem todos os modelos teóricos foram submetidos a provas de veracidade: conseqüentemente, não se lhes podem atribuir um valor de verdade. Em segundo lugar, todo o modelo testado é, no melhor dos casos, parcialmente verdadeiro no sentido de que, com sorte, algumas de suas conseqüências comprováveis se mostram aproximadamente verdadeiras. Portanto, nenhum modelo teórico é, falando estritamente, um modelo no sentido semântico, pois isto exige que todas as fórmulas da teoria sejam exatamente satisfeitas” (BUNGE, 1974, p. 38-39). “Quanto mais se exige fidelidade ao real, tanto mais será preciso complicar os modelos teóricos” (BUNGE, 1974, p. 17).

As concepções epistemológicas dos professores são majoritariamente de natureza positivista, e são determinantes dos modelos pedagógicos que o professor utiliza em sala de aula, como o ensino por transmissão, por descoberta ou mudança conceitual. Em qualquer um desses conceitos, o entendimento do professor é de que, se a ciência produz um conhecimento válido sempre, e que ele traduz a realidade objetiva externa, então, temos de transmitir este conhecimento usando todas as técnicas possíveis para que os alunos o assimilem. Se for a “verdade” o que a ciência produz, então é importante que essa verdade seja assumida por todos os indivíduos que passarem pela escola (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2001; MALDANER, 2000).

Em geral, durante sua formação, esses professores não tiveram questionadas suas ideias iniciais sobre a produção do conhecimento científico, e, muitas vezes, as tiveram reforçadas. Com isso, tendem a interpretar o conhecimento científico como equivalente a todo o conhecimento objetivo, verdadeiro em termos absolutos, não ideológico por excelência, sem influência da subjetividade e, fundamentalmente, descoberto e provado a partir dos dados da experiência, adquiridos por observação e experimentação.

As bases epistemológicas de uma ciência assim transmitida dificilmente são discutidas e, com isso, acabam prevalecendo as crenças tácitas sobre o que é ciência e como ela é produzida na comunidade científica e recriada na forma pedagógica. Há a ciência constituída de verdades científicas que é necessário que as novas gerações assimilem para continuarem o processo. Há também a crença da

neutralidade científica, mas essas discussões não chegam na sala de aula dos cursos de formação de professores (MALDANER, 2000; WORTMANN, 1996).

As compreensões dos professores sobre a natureza do conhecimento científico, sua construção e validação na comunidade científica orientam sua proposta pedagógica, e os modelos utilizados têm dificultado a aprendizagem dos estudantes. Herron (1975) publicou um artigo que é referência na área de ensino e pesquisa em Química, no qual aponta dificuldades de calouros universitários de cursos não relacionados diretamente com a Química, como economia doméstica para aprender química. Herron (1975) ponderou que o conteúdo de Química e a abordagem que normalmente usamos no ensino de Química requerem que o estudante atue no nível operacional formal para que ele compreenda os conceitos apresentados. Acreditava Herron (1975) que os “bons” estudantes, mesmo fazendo um esforço consciente para alcançar êxito na solução dos problemas apresentados, simplesmente parecem não poder entender ideias abstratas, como átomos, moléculas e gases ideais. Devido a essa situação, propunha uma solução que consistia em fornecer experiências extensivas como suporte concreto, servindo de modelos para os conceitos abstratos. No entanto, sem o exercício do estudante no processo cognitivo de abstração na proposição ativa do modelo explicativo do fato químico (realidade), tal proposição não é suficiente para se alcançar aprendizagem significativa (EICHLER, 2001; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; MOREIRA; MASINI, 2006).

Estudantes universitários do curso de Química apresentam esse déficit cognitivo para compreender e propor modelos explicativos em áreas conceituais afetas a disciplinas como Química Geral, que é oferecida no início do curso (SILVA et al., 2005; SILVA et al., 2007). Nesta investigação também se verifica a dificuldade de estudantes que estão na primeira metade do curso, quando expressam seus entendimentos sobre o objetivo primeiro da ciência e o relacionam à aplicação de conhecimento científico, e não a sua construção, e que este é mutável e dependente de percepções particulares de um observador do fenômeno em estudo. As dificuldades são de natureza conceitual em Química e Filosofia da Química.

Chassot (1993, p. 49), referindo-se ao ensino abstrato, argumenta que “a maioria daquelas coisas que pretensamente ensinamos aos alunos não são assimiladas por eles na área das ciências, operamos num mundo em que, mesmo nós, os adultos, versados nos conhecimentos que ensinamos, temos dificuldade de entender”. Isso ocorreria porque

esquecemos de duas situações importantes, e estas decretam uma ainda maior necessidade de abstração para os nossos estudantes:

a) o mundo que descrevemos está fantasticamente distante da realidade do estudante. Em ciências, as coisas são ainda mais trágicas, pois os professores mandam o aluno desenhar modelos de realidade de “realidades”, cuja existência são hipóteses. Fala-se em átomos e moléculas, como se fossem elefantes e pulgas.

b) usamos uma linguagem que não é a do aluno. Nós não nos damos conta do quanto falamos uma linguagem, na qual nós somos iniciados e nossos alunos não. Há ciências – e a química e a matemática são bons exemplos – que têm linguagens tão particulares e tão universais que só os iniciados as



entendem, e nós as falamos com nossos alunos como se eles as entendessem (CHASSOT, 1993, p. 405).

Desvinculado do mundo cotidiano e, por consequência, também de qualquer realidade possível, o ensino científico foi, aos poucos, perdendo sua vitalidade, até se transformar em uma atividade essencialmente restrita à sala de aula e aos livros-textos. A complexidade nas formas de apreensão da realidade foi considerada pelos cursos científicos escolares como obstáculo pedagógico, e, aos poucos, abandonada. As atividades puramente teóricas tomaram-lhe o lugar por serem consensuais e terem dimensão problemática restrita. Isso contribuiu para aprofundar o fosso entre a ciência e o mundo. Esses fatores geraram uma ciência escolar cada vez mais distante da realidade vivenciada pelos alunos. A ciência passou a participar pouco das explicações requeridas pelos indivíduos no seu dia a dia até se converter em conhecimento restrito ao contexto escolar. Pesquisas em concepções alternativas têm confirmado essa afirmação, indicando que os estudantes estão pouco inclinados a mudanças conceituais: mantêm suas concepções a despeito de todo ensino científico recebido (SANTOS, 1996).

Incentivar os alunos a perceber que o conhecimento científico ensinado na escola serve como forma de interpretação do mundo que os cerca seria uma forma de lidar com a dimensão de realidade do mundo. Em geral, os alunos não veem as teorias científicas como capazes de gerar explicações engenhosas sobre situações conhecidas. A cor do céu, a eletricidade atmosférica, os diferentes tipos de materiais presentes no cotidiano não são temas tratados na escola e acabam recebendo explicações personalizadas, influenciadas por crenças, mitos, e todo tipo de informação não científica. Nessas condições, é muito difícil para o estudante abandonar suas concepções alternativas, pois, em parte, elas acabam funcionando, isto é, permitem a representação mínima do mundo no qual vivemos e acabam gerando um sentimento de realidade. Portanto, não é de se estranhar que a ciência fique restrita apenas às situações escolares e seja superada por formas de conhecimento menos sistematizadas (PIETROCOLA, 1999).

Nesse sentido, parece urgente reinserir a construção da realidade como objeto da educação científica, não nos moldes determinados pelo empiricismo ingênuo, mas enfatizando o conhecimento construído pela ciência como esboços da realidade. Para isso, é necessária a reformulação da concepção construtivista atual de construção de conhecimento, atribuindo-lhe dimensão ontológica realista. A realidade, segundo a ciência, seria entendida como uma das formas possíveis e aceitáveis de ver o mundo, podendo mesmo ser tratada em níveis cada vez mais sofisticados, exemplificando a marcha da ciência face à utilização e à caracterização de obstáculos como um modo de seleção dos objetivos da educação científica. Isso implicaria em modelizar individualmente o real segundo critérios histórico-sociais presentes no corpo da ciência (PIETROCOLA, 1999). No contexto de formação acadêmica de professores, isso contribuiria para a compreensão mais adequada da natureza do conhecimento científico.

**REFERÊNCIAS**

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 465-476, 2002.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BUNGE. M. **Teoria e realidade**. São Paulo: perspectiva, 1974.
- BUNGE, M. **Philosophy of Science-volume 2: from explanation to justification**. New Brunswick (EUA): Transaction Publishers, 1998.
- CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Formação de Professores de Ciências**. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, v. 1, 2001.
- CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Unijuí, 1993.
- EICHLER, M. Os modelos abstratos na apreensão da realidade química. **Educación Química**, v. 12, n. 3, p. 138-148, 2001.
- FRISON, M. D.; DEL PINO, J. C.; CERETTA, J. P. O tempo e o espaço da escola: produção de conhecimento escolar e de saber profissional. **Cadernos do Aplicação**, v. 23, p. 145-168, 2010.
- HERRON, J. D. Piaget for chemists: explaining what “good” students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, v. 52, p. 146-150, 1975.
- JAPIASSU, H. **Questões epistemológicas**. Rio de Janeiro: Imago, 1981.
- PESSOA Jr., O. **Conceitos de Física Quântica**. Porto Alegre: Livraria da Física, v. 1, 2003.
- LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.
- LINCOLN, Y.; GUBA, E. **Naturalistic Inquiry**. Beverly Hills: Sage, 1985.
- LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J. C. Contribuição da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-77, 2006.
- LOPES, C. V. M. et al. Ciências Naturais e Química: o que pensa o professorado? **Educación Química**, v. 17, n. 1, p. 67-76, 2006.
- LOPES, C. V. M. et al. Concepções de professores de química sobre a natureza do conhecimento científico. **Acta Scientiae**, v. 9, n. 1, p. 03-16, 2007.
- LOPES, C. V. M.; SOUZA, D. O.; DEL PINO, J. C. Professor/a de Ciências Naturais e de Química: a busca de uma identidade. **Educação**, v. 52, n. 1, p. 153-167, 2004.
- LOPES, C. V. M. et al. Concepções de professores de química sobre a natureza do conhecimento científico. **Acta Scientiae**, v. 9, p. 3-16, 2008.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador**. Ijuí: Unijuí, 2000.

MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 331-339, 1993.

MILLWOOD, K. A comparison of students' conceptions about the nature of argumentation in school and professional science. **7th international conference on Learning science**, 2006.

MONK, M.; OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. **Science Education**, v. 81, n. 4, p. 405-424, 1997.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

PASSOS, C. G. ; DEL PINO, J. C. Curricular reformulations in early chemistry teacher formation: the experience in a Brazilian federal university. **Revista de Educacion de las Ciencias**, v. 13, p. 34-38, 2012.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.

PORLÁN, R. Las creencias pedagógicas y científicas de los profesores. **Enseñanza de las ciencias**, v. 3, n. 1, p. 7-13, 1995.

PREDEBON, F.; DEL PINO, J. C. Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 237-254, 2009.

RUBBA, P. A.; ANDERSEN, H. O. Development of an instrument to assess secondary school students understanding of the nature of scientific knowledge. **Science Education**, v. 62, n. 4, p. 449-458, 1978.

RYDER, J.; LEACH, J.; DRIVER, R. Undergraduate science students' images of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 2, p. 201-219, 1999.

SANTOS, F. Do ensino de ciências como mudança conceitual à fronteira de uma abordagem efetiva. 1996, 165f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

SILVA, S. M. et al. Concepções Alternativas de Calouros de Química para os Estados de Agregação da Matéria, a Solubilidade e a Expansão Térmica do Ar. In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005, Bauru - SP. Atas V ENPEC, 2005.

SILVA, S. M. et al. Concepções alternativas de calouros de química para os conceitos de termodinâmica e equilíbrio químico. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis - SC. Anais do VI ENPEC, 2007.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, D. R.; DEL PINO, J. C. A reconstrução de uma professora na construção de uma pesquisadora no contexto de sala de aula. **Espaços da Escola**, v. 18, p. 23-38, 2009.

STEIN, S.; MCROBBIE, C. Students' conceptions of science across the years of schooling. **Research in Science Education**, v. 27, n. 4, p. 611-628, 1997.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, n. 4, p. 215-234, 1991.

WORTMANN, M. L. C. É possível articular a epistemologia, a história da ciência e a didática no ensino científico? **Epistême**, v. 1, n. 1, p. 59-72, 1996.