

O ELEMENTO QUÍMICO: O QUE PENSAM OS FUTUROS LICENCIADOS EM QUÍMICA

Isauro Beltrán Nuñez
Márcia Gorette Lima da Silva
Luis Seixas das Neves
Betânia Leite Ramalho

Programa de Pós-Graduação em Educação, UFRN
Campus Universitário s/n, 59.072-970, Natal, RN, Brasil

Resumo

O trabalho discute as idéias de alunos iniciantes e concluintes de um curso de Licenciatura em Química sobre o conceito de elemento químico, enquanto conceito chave dos saberes disciplinares necessários à formação de competências para a futura atividade profissional. Os resultados revelam poucas diferenças nas elaborações conceituais sobre o “elemento químico” nos dois grupos de futuros licenciados em Química. Os erros podem ser associados a obstáculos epistemológicos presentes nos livros didáticos mais utilizados no curso e a limitações nas reflexões críticas sobre os conteúdos disciplinares marcados pela tradição de um ensino de cunho “academicista”.

Introdução

Estudos sobre a profissionalização da docência (Ramalho e Carvalho, 1994; Ramalho, Nuñez, 2001; Gauthier, 1998) têm sinalizado para a importância das pesquisas sobre saberes docentes (Perrenoud, 2001; Tardif, Lessard e Gauthier, 1998) como recursos na formação de competências profissionais. Desde essa perspectiva, os professores são construtores de “saberes” da sua profissão e não meros executores e usuários de procedimentos e saberes que lhe “são dados” em cursos de formação.

As pesquisas sobre a formação de professores para ensinar ciências têm apontado a questão do domínio dos conteúdos de ensino como um dos obstáculos fundamentais aos processos de inovação didática e do desenvolvimento profissional, conseqüentemente essa problemática constitui um campo de importância nas pesquisas sobre o ensino. A preocupação como os professores aprendem a ensinar tem ocupado um espaço significativo em relação às pesquisas relativas à “eficácia do ensino”.

Os conceitos, leis, princípios, procedimentos da disciplina de Química são parte do que identificamos como saberes disciplinares do professor (Tardif, Lessard e Gauthier, 1998). é o conhecimento produzido pela Química como ciência. Esse saber exige não só o conhecimento do aparelho conceitual das ciências, como também dos procedimentos de validação do conhecimento científico (Marcelo Garcia, 1992) e da história do conhecimento científico na Química (os conceitos como resultados da atividade científica e não só como produtos).

No grupo de Formação e Profissionalização Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) durante os últimos anos tem-se pesquisado a problemática do conteúdo e dos saberes disciplinares em distintas áreas, em especial na formação do licenciando em Química. Os estudos têm focalizado a atenção para as idéias e representações dos alunos sobre conceitos químicos no intuito de revelar obstáculos e sua natureza nos processos de ensino-aprendizagem.

O trabalho que apresentamos revela os resultados de um estudo sobre as idéias dos alunos de um curso de Licenciatura em Química sobre o conceito de elemento químico, considerando a importância desse conceito dentro dos saberes disciplinares que devem fazer parte da “base de conhecimentos” da formação profissional.

O conceito de elemento químico é um dos conceitos mais importantes, abstratos, gerais e complexos no sistema teórico da química geral. Considerando seu potencial epistêmico, podemos identificar dito conceito como uma das categorias do sistema de conhecimento na Química.

Estudos desenvolvidos sobre a aprendizagem de conceitos na Química (Salsona e Izquierdo, 1998; Pozo e Crespo, 1998) apontam para um consenso em relação as dificuldades e obstáculos de diferentes naturezas sobre sua compreensão pelos alunos em distintos níveis de escolaridade. No nível universitário muitos destes erros conceituais são reforçados em livros textos de Química, que por vezes persistem quando não são objetos de reflexões teóricas e metodológicas. Conseqüentemente, o tratamento metodológico destes conceitos, na formação do professor de Química ocupa um lugar de destaque nas reflexões sobre a base de conhecimentos do curso de Licenciatura em Química.

O estudo do conceito de elemento químico supõe um processo contínuo de construção de significados por diversas vias e estratégias metodológicas, desde o Ensino Médio até o Nível Universitário. O estudo do mesmo exige considerar seu caráter abstrato (como modelo) e o conhecimento necessário para explicar o concreto (como as substâncias e suas transformações). A diferença do estudo do conceito de elemento químico para das substâncias é que nestas os alunos podem desenvolver atividades perceptíveis de familiarização, já os elementos químicos não podem ser estudados dessa forma.

Desenvolvimento

O estudo do conceito de elemento químico geralmente se inicia com a identificação do elemento como um tipo particular de átomo. Nas reações químicas se apresenta a conservação dos átomos (elementos). Num segundo nível os alunos podem identificar o elemento químico como um tipo particular de átomo que diferencia de outros por sua massa atômica, representando por um símbolo químico. Nesse sentido, o símbolo químico tem um duplo sentido: qualitativo e quantitativo.

Erroneamente textos de química introduzem o conceito de elemento químico como a substância que não pode decompor, no mesmo sentido da idéia de Boyle. Essa situação é contraditória com a História da Química, pois o próprio Boyle buscava a existência da unidade fundamental das substâncias, embora duvidasse que fosse possível (Salsona e Izquierdo, 1998).

Outros livros procuram diferenciar (como é necessário e desejável) os conceitos de substância simples e elemento químico. Tomam como ponto de partida a identificação do elemento químico como uma espécie determinada de átomos com propriedades iguais e subordina a definição de substância simples ao conceito de elemento, ao considerar substância simples como substâncias formadas por átomos de um elemento químico (o mesmo elemento químico). Essa forma de proceder ajuda a diferenciar os conceitos e contribui a poder trabalhar as substâncias simples como uma das formas de existência dos elementos na natureza.

A associação de uma dimensão quantitativa ao símbolo do elemento químico (a massa atômica) é de importância para o trabalho nos cálculos químicos. Quando os alunos apresentam dificuldades na compreensão destes conceitos, podem também apresentar

dificuldades no entendimento dos cálculos de massas molares, que implicam transformações químicas e conservação do elemento químico.

O conceito de elemento químico pode ser trabalhado num nível maior de formulação no estudo do Sistema Periódico e a Lei Periódica e, posteriormente no aprofundamento da estrutura atômica. Nessa primeira etapa o elemento químico é estudado como um tipo determinado de átomo, com propriedades que determinam sua posição no Sistema Periódico. Com o estudo da estrutura atômica o conceito de elemento químico é definido como uma espécie de átomos que possuem a mesma carga no núcleo, vinculado a ordem (número atômico) que ocupam no Sistema Periódico. Essa idéia constitui um avanço no processo de conhecimento sobre a substância como forma de existência da matéria à luz da teoria atômico-molecular, conceito que contribui com uma melhor compreensão no estudo das substâncias simples e compostas.

O estudo dos isótopos possibilitou um avanço no conhecimento do número atômico como características do elemento químico, pois pode variar o número de nêutrons de um átomo para outro, mas as propriedades que caracterizam o elemento são as mesmas, por ter o mesmo número atômico. Cada etapa no estudo do conceito de elemento químico supõe um novo aperfeiçoamento conceitual.

É necessário trabalhar o conceito de elemento químico no sentido de passar do abstrato ao concreto e vice-versa. Dado o elevado nível de abstração deste conceito ligado ao modelo da matéria como partículas, supõe uma abstração sobre a abstração, que o aluno vivencia no enfrentamento com limitações ontológicas, epistemológicas e conceituais. Supõe transpor do realismo ingênuo (visão do mundo centrada nas coisas como se apresentam na natureza) para uma postura construtivista caracterizada por uma interpretação da realidade a partir de modelos, enquanto construções abstratas (Pozo e Crespo, 1998).

O conceito de elemento químico é um tipo de saber que se constrói progressivamente apresentando diferentes níveis de formulação (Giordan e De Vecchi, 1996).

Algumas reflexões sobre a História do conceito de elemento químico

Desde a Antiguidade os filósofos meditavam sobre como era feito o mundo. Para Hesíodo, filósofo da Grécia Antiga, a terra era o elemento primário do qual se formavam as outras substâncias. Para Tales de Mileto, o elemento primário era a água e para Anaximandre o ar e Heráclito de Efeso, o fogo. Empédocles de Agrigento admitia a existência simultânea de todos os quatro elementos primários. Platão considerava que, em dadas condições, um elemento primário podia transformar-se em outro.

Este conceito dos quatro elementos primários, também utilizado anteriormente pelos chineses, indianos e egípcios foi mais tarde modificado por Aristóteles, o grande filósofo e mestre de Atenas. Aristóteles usou a idéia de único elemento primário, um substrato que sempre aparece em combinação com duas propriedades, originando os elementos primários, por exemplo:

Substrato + calor e secura = fogo

Substrato + calor e umidade = ar

Substrato + frio e umidade = água

Substrato + frio e secura = terra

Essas idéias não tinham comprovação na prática. Leucipo, Demócrito de Abdera e Epicuro tinham outro ponto de vista. Eles consideravam que a substância era formada por pequenas partículas impenetráveis e indivisíveis, diferentes entre si por seu tamanho e forma. Essas partículas eram chamadas de átomo (do grego que significa indivisível). Essas idéias,

em especial as de Aristóteles, ficaram enraizadas durante a Idade Média, tendo resistido durante séculos as tentativas para desalojá-las.

Não obstante, posteriormente apareceram novas combinações e elementos e de “princípios” da matéria como o sal, enxofre e o mercúrio.

As novas evidências acumuladas levaram a questionamentos sobre a “noção exclusiva dos quatro elementos”.

Foi no século XVII que o cientista Robert Boyle, conhecido como “pai da Química Moderna” publicou em 1661 o livro “O Químico Céptico” no qual rechaça a hipótese dos “quatro elementos” e introduz uma nova idéia de elemento químico como substância que não pode se decompor pelos métodos conhecidos. Boyle escreveu:

“Para evitar erros, devo adverti-lo sobre o que quero dizer com Elemento: certos corpos primitivos e simples, ou perfeitamente não misturados, que não sendo formados de qualquer outro corpo ou um de outro, são os ingredientes de que todos os corpos chamados perfeitamente misturados se compõem imediatamente; e nos quais finalmente se resolvem. Entretanto, se existe um corpo qualquer que se encontre constantemente em todos e em cada um dos que chamam corpos elementares, é o que agora pergunto”.

O conceito moderno de elemento químico é também trabalhado por M.V. Lomonósov, A. Lavoisier e D.I. Mendeleev. Lomonósov escreveu: “O corpúsculo é a união de elementos; o elemento é uma parte do corpo que não tem outro corpo menor e diferente dele”. No sentido atual, o corpúsculo é a molécula e o elemento, o átomo.

A primeira classificação dos elementos químicos na História da Ciência foi desenvolvida pelo francês A. Lavoisier (1743-1794). Lavoisier trabalhou com a idéia de substância simples e elemento químico, mas não precisou o último afirmando que as substâncias simples são aquelas que não podem se decompor.

Lavoisier considerava que o oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, luz e calor eram elementos dos corpos. Essas idéias distinguem substâncias simples (como constituinte dos corpos e que explicam suas propriedades) do elemento químico.

Como explicam Salsona e Izquierdo (1998) os trabalhos da equipe de Lavoisier deixam sem solução o problema de como explicar que as propriedades das substâncias simples não persistam nos compostos químicos. Nesse sentido, a idéia de elemento químico como conceito teórico que designa a unidade da substância presente nos compostos como nas substâncias simples pode superar a dificuldade de Lavoisier e sua equipe.

D.I. Mendeleev (1834-1907) desenvolveu outro sistema de classificação dos elementos e sistematizam a Lei Periódica. Em seus trabalhos distingue elemento químico de substância simples. Os estudos sobre a estrutura do átomo possibilitaram uma nova definição do conceito de elemento. A substância simples pode ser obtida no laboratório e o elemento químico é a base para a interpretação teórica da organização do conhecimento teórico da tabela periódica.

O conceito de elemento químico é um conceito abstrato que define um grupo de átomos de igual carga no núcleo, pelo qual as propriedades como valência, afinidade química, potencial de ionização são características do elemento como foi mostrado no início do século XX. Nas tabelas periódicas aparecem informações sobre o elemento químico e sobre a substância simples no estado mais estável e seu estado físico na natureza. Essas distinções são essenciais para compreender as transformações químicas.

A história do conceito de elemento químico possibilita ao professor refletir em relação aos diferentes níveis de formulação do conceito e dos obstáculos epistemológicos e

pedagógicos (Bachelard, 1996). Não é oportuno no ensino de um conceito como elemento químico ser apresentado somente como um produto da ciência. Como explica o próprio Bachelard:

“Sem dúvida seria mais simples não ensinar o resultado. Mas o ensino dos resultados da ciência não é jamais um ensino científico. Se não se explica a linha de produção espiritual que conduziu ao resultado pode-se estar certo que o aluno combinará o resultado com suas imagens mais familiares. É necessário que ele compreenda. Não se pode reter sem compreender”(1996, p. 215)

Metodologia da Pesquisa

Na presente pesquisa focalizamos a nossa atenção no objetivo de estudar as idéias sobre o conceito de elemento químico que têm alunos do curso de Licenciatura em Química. Para o estudo foram selecionados 20 alunos do primeiro período (alunos iniciantes) e 17 alunos do último período (alunos concluintes) do curso. Ambos os grupos eram formados por alunos em uniformidade de gênero, com idade variando entre 19 e 26 anos, e sem experiência profissional.

Como instrumento de pesquisa foram utilizados questionários, sendo considerados os seguintes aspectos para esse instrumento:

- limitação da extensão, para dedicar o menor tempo possível;
- estruturação do modelo de respostas para reduzir ao mínimo o que escrevem os sujeitos;
- redação do material introdutório de um modo sincero para informar aos sujeitos as finalidades e o uso dos dados;
- arbitrar um sistema para discutir com os sujeitos os resultados da pesquisa.

No questionário 1 são apresentados informações sobre o elemento silício na Tabela Periódica e se procura conhecer como os alunos distinguem o elemento da substância simples a partir das informações. O questionário 2 se orienta a conhecer como os alunos diferenciam elemento químico de substância simples na base das definições.

Embora as limitações do questionário (Rodriguez et al, 1996) suas vantagens (Selltez, 1980) nos possibilitou seu uso em correspondência com a natureza de nosso objeto de pesquisa e nossos objetivos.

Resultados e discussões

As respostas dos questionários foram categorizadas (Bardin, 1977) e construídas redes sistêmicas (Salsona e Izquierdo, 1998) nas quais se agrupam as categorias e frequência das respostas segundo categorias gerais relativas ao objeto da pesquisa.

Nas redes sistêmicas os resultados são relacionados as frequências de respostas por categorias para os alunos do primeiro e do último ano do curso.

A figura 1 apresenta a rede sistêmica das respostas do questionário nº 1, no qual os alunos deveriam expressar suas opiniões em relação as informações qualitativas e quantitativas oferecidas pela tabela periódica para o símbolo do elemento químico silício.

Como pode ser observado, na rede sistêmica, tanto os alunos iniciantes como os concluintes reconhecem o símbolo do elemento químico e suas propriedades tais como número atômico e o valor da primeira energia de ionização ou perda de elétrons, não obstante quando perguntados sobre a densidade (propriedade da substância simples) os alunos concluintes explicam em função da relação massa/volume, enquanto que nos alunos iniciantes existe uma dispersão nas respostas.

A análise das respostas as duas questões possibilitou observar a falta de distinção entre propriedades que são características do elemento químico e da substância simples do elemento para a qual aparecem informações na Tabela Periódica.

Os alunos (iniciantes e concluintes) não trabalham o elemento químico como uma construção teórica, mas o identificam com a realidade, uma vez que relacionam o conceito como revestido de substancialidade, características dos obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1996)

As dificuldades dos alunos na interpretação do conceito de elemento químico, revela-se na rede sistêmica da Figura 2, a qual relaciona as respostas a perguntas sobre o que é o elemento químico e suas diferenças com a substância simples.

Como pode ser observado na rede sistêmica, os dois grupos de alunos compreendem o elemento químico de forma diversificada sem relacionar o conceito com as discussões fundamentadas na idéia moderna do conceito. O conceito se associa as características dos átomos (referente a um mol de elemento), como a menor representação da substância (idéia de Boyle) ou a própria substância simples.

Quando questionados a responder sobre as diferenças entre silício como elemento e como substância simples, os alunos iniciantes e concluintes manifestam dificuldades na compreensão da substância simples segundo as definições atualmente aceitas pela Química. Eles caracterizam as substâncias simples como os átomos que participam nas reações químicas sem fazer distinção como uma das formas de existência dos elementos químicos, no plano da existência da natureza.

Em relação ao conceito como um tipo de átomo tanto alunos iniciantes (30%) como concluintes (35%) não especificam as características desse tipo de átomo como pertencente a um elemento químico. Enquanto que 15% dos alunos iniciantes e 24% dos concluintes atribuem ao elemento químico características das substâncias simples, ao explicar que não podem ser decompostas em outras espécies químicas mais simples (elementar).

As respostas as perguntas que procuram as idéias dos alunos sobre a distinção entre substâncias simples e elemento químico mostram as limitações e erros dos alunos sobre o conceito de elemento químico, associando as idéias de Boyle.

Os alunos confundem elemento químico como substância elementar e substância simples. Conseqüentemente atribuem propriedades das substâncias aos átomos dos elementos químicos, questão revelada nas interpretações erradas que fazem das informações oferecidas na Tabela Periódica.

Uma das dificuldades freqüentes quando os alunos estudam o conceito de elemento químico está associada ao fato das substâncias simples, geralmente, terem o mesmo nome do elemento que a constitui. A diferenciação entre esses conceitos supõe estabelecer as propriedades dos elementos segundo estratégias metodológicas específicas.

FIGURA 1 - REDE SISTÊMICA PARA AS IDÉIAS DOS ALUNOS SOBRE O ELEMENTO QUÍMICO E SOBRE INFORMAÇÕES DO ELEMENTO NA TABELA PERIÓDICA

		Alunos iniciantes	Alunos concluintes	
Elemento químico	Conjunto de características que definem vários átomos/ mol do elemento	5 (25%)	4 (23%)	
	Representação simbólica	2 (10%)	3 (18%)	
	Menor representação da substância/ um único átomo	4 (20%)	5 (29%)	
	Elementos da natureza	2 (10%)	2 (12%)	
	Substância simples / substância que não pode ser decomposta	5 (25%)	1 (6%)	
	Não respondeu	2 (10%)	2 (12%)	
		<u>20 (100%)</u>	<u>17 (100%)</u>	
Silício	Como substância	átomo que participa de fenômenos físicos e químicos	6 (30%)	4 (24%)
		O elemento na natureza	1 (5%)	1 (6%)
		Massa de átomos	-	2 (12%)
		Caracteriza um conjunto de átomos/ vários átomos	6 (30%)	8 (47%)
		Não respondeu	7 (35%)	5 (29%)
			<u>20 (100%)</u>	<u>17 (100%)</u>
Silício	Como elemento	Um tipo de átomo	6 (30%)	6 (35%)
		Possui propriedades	2 (10%)	1 (6%)
		Conjunto de átomos	1 (5%)	3 (18%)
		Não pode ser decomposto / elementar	3 (15%)	4 (24%)
		Representação	2 (10%)	1 (6%)
		Não respondeu	6 (30%)	2 (12%)
			<u>20 (100%)</u>	<u>17 (100%)</u>

FIGURA 2 - REDE SISTÊMICA PARA AS IDÉIAS SOBRE ELEMENTO QUÍMICO E AS INFORMAÇÕES PARA O SILÍCIO NA TABELA PERIÓDICA

		Alunos iniciantes	Alunos concluintes	
Elemento químico	Iniciais do elemento químico/ Representação simbólica	19 (95%)	15 (88%)	
	Representa a forma que se organiza na natureza	1 (5%)	1 (6%)	
	Conjunto de átomos	-	1 (6%)	
		<u>20 (100%)</u>	<u>17 (100%)</u>	
Significado de	N ^o atômico	Possui 14 prótons	10 (50%)	14(82%)
		Indica a massa de um elemento	2 (2%)	-
		Posição na tabela periódica	2 (10%)	1 (6%)
		Número de elétrons	4 (20%)	1(6%)
		Número de átomos	-	1 (6%)
		Identifica o átomo	2 (10%)	-
				<u>20 (100%)</u>
Significado de	1 ^a energia ionização	Ganhar elétron/ completar camada de valência	5 (25%)	1 (6%)
		Arrancar elétron	5 (25%)	12 (71%)
		Energia liberada ao pular camadas	1 (5%)	-
		Transformar um mol de elétron	-	1 (6%)
		Não respondeu	9 (45%)	2 (11%)
		<u>20 (100%)</u>	<u>17 (100%)</u>	
Significado de	densidade	Relação entre massa e volume	8 (40%)	14 (82%)
		Propriedade função da temperatura	8 (40%)	2 (11%)
		Não respondeu	4 (20%)	1 (6%)
		<u>20 (100%)</u>	<u>17 (100%)</u>	

Essa situação revela as dificuldades de se compreender a ruptura epistemológica entre o “micro-mundo” e o “macro-mundo” em relação aos modelos teóricos utilizados pela Química. A compreensão do conceito “elemento químico” é limitada, uma vez que é utilizada de forma incorreta para solucionar tarefas.

O conceito de elemento químico nos livros didáticos

A análise dos livros didáticos mais utilizados pelos alunos do Curso de Licenciatura em Química possibilitou observar como nestes não apresenta conceitualmente clara as distinções entre elemento químico, substância elementar, substância simples (Tabela 1)

Nos livros o conceito de elemento químico não vem explicitado no plano teórico com uma construção para a compreensão da substância como forma de existência da matéria. O elemento se vincula as substâncias simples. Questão que reforça a idéia de identificar o elemento químico com a substância simples. Nos livros falta um tratamento metodológico do conteúdo que possa contribuir com uma elaboração conceitual adequada do conceito de elemento químico.

TABELA 1 - CONCEITOS EXPRESSOS NOS LIVROS DE QUÍMICA DE NÍVEL UNIVERSITÁRIO SOBRE ELEMENTO QUÍMICO

Título do livro	Idéia de elemento químico
Química Geral (J.B.Russel)	Uma substância pura é essencialmente o que seu nome significa: única, não contaminada. Há duas espécies de substâncias puras: elementos e compostos. Elementos são substâncias simples fundamentais.
Química Geral (Bueno; Bootds; Pegeve; Leone)	É a substância pura constituída por apenas uma espécie química. A estes grupamentos de átomos deu-se o nome de molécula e aos vários tipos de átomos de elementos químicos.
Química – Ciência Central (Bursten)	Uma substância pura (que se diz simplesmente substância) é a matéria com a composição fixa e propriedades bem definidas.Podemos classificar em elementos ou compostos. Os elementos são substâncias que não podem ser decompostas em outros mais simples; cada elemento é constituído por apenas uma espécie de átomo.
Química Geral (Ebbing)	Um elemento é a substância cujos átomos têm todos o mesmo n ^o atômico.
Introdução à Química (Kod Oconnor)	Os químicos hoje caracterizam uma substância como elemento se ela for quimicamente homogênea, não puder ser separada em substâncias mais simples e se todos os seus núcleos contiverem o mesmo n ^o para cada elemento.
Química Geral (Pauling)	Dá-se o nome de elemento à espécie de matéria representada por um dado tipo de átomo.
Fundamento de Química (Hein e Arena)	Um elemento é uma substância fundamental e elementar que não pode ser decomposta por meios químicos em substâncias mais simples. Os elementos são unidades a partir das quais são construídas todas as substâncias.
Química Geral (Brady e Humiston)	Os elementos são as formas mais simples de matéria que podem existir sob condições encontradas em um laboratório químico; são as formas mais simples de matéria com as quais a química lida diretamente.
Química Geral (Luika)	Elemento químico é como uma espécie de átomo caracterizado por um determinado conjunto de átomos ou o elemento químico é uma série de átomos que se caracteriza por uma determinada grandeza de carga positiva do núcleo.
Química Geral (Mahan)	Um dos propósitos ao se apresentar a tabela é mostrar como a organização da tabela periódica está relacionada com a configuração eletrônica dos átomos.

Essa situação reitera a “tendência natural” dos futuros professores de atribuir aos “átomos” propriedades das “substâncias” derivadas dos obstáculos epistemológicos substancialistas. Os resultados chamam a atenção para a visão que têm os alunos participantes de ambos os grupos na pesquisa sobre a matéria e sua estrutura e a necessidade dos

professores formadores refletir nos conteúdos dos livros didáticos a fim de superar os obstáculos pedagógicos (Bachelard, 1996).

Conclusões

As pesquisas sobre as idéias dos futuros professores de Química em relação aos conceitos da Química, e em especial a um conceito como “elemento químico” de expressiva importância, nos leva a refletir sobre a formação dos futuros professores de Química, uma vez que em geral, a formação é centrada na perspectiva academicista sem prestar atenção devida ao componente pedagógico do conteúdo, aos erros conceituais que por força da tradição convivem com os professores formadores e nos livros didáticos. Assim, se observa como os erros são comuns para os alunos iniciantes e os alunos concluintes, questão que revela a pouca influência da formação no aperfeiçoamento desse conceito. Faz-se necessário aprofundar nas causas das dificuldades para se aprender os conceitos, uma vez que uma formação de quatro anos não provoca mudanças significativas na compreensão do conceito de “elemento químico”, chave não só para aprender Química como também para desenvolver a atividade profissional de ensinar Química no Ensino Médio.

Bibliografia

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

GAUTHIER, C.(org.). **Por uma teoria da pedagogia: Pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. 2 ed., Rio Grande do Sul: UNIJUÍ, 1998.

GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre: ARTMED. 1996.

MARCELO GARCIA, C. **Como conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido**. Trabalho apresentado no Congreso Las Didácticas específicas en la formación del profesorado. Santiago, 6 a 10 de julio, 1992.

RAMALHO, B.L.; NUÑEZ, I.B. **Quando o desafio é mobilizar o pensamento pedagógico do professor/a: uma experiência centrada na formação continuada**. Caxambu: Cadernos Anped. 2000, 1 CD-ROM

RAMALHO, B. L.; CARVALHO, M. E. O magistério enquanto profissão: considerações teóricas e questões para pesquisa. **Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas**. São Paulo: Cortez. n.88, p. 38-46, 1994.

RODRIGUEZ, G.; GIL, J.; GARCIA, E. Metodología de la investigación Cualitativa. Archdona: Aljebe, 1996.

SOLSONA, N; IZQUIERDO, M. La conservación del elemento, una idea inexistente en el alumnado de secundaria. **Revista Alambique**. Didactica de las Ciencias Experimentales, nº 17, Julio, 1998, p. 76-84.

SELLTEZ, J. Métodos de investigación en las relaciones sociales. Madrid: Rialp, 1980.

SPIRIDÓNOV, O. Constantes físicas universales. Moscou: Editorial MIR, 1986.

- PERRENOUD, P. (org). **Formando professores profissionais**. Porto Alegre: Artmed, 2001
- POZO, R.M. Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 19, n. 2, p. 199-215. 2001
- POZO, J.I.; CRESPO, C.M. Aprender y enseñar ciencias: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata, 1998.
- RIVAL, M. **Os grandes experimentos científicos**. Rio de Janeiro Jorge Zahar, 1997.
- VIDAL, B. **História da Química**. Lisboa: Edições 70. 1986.