

**O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO: LEI E TABELA PERIÓDICA.  
UMA REFLEXÃO PARA A FORMAÇÃO DO LICENCIADO EM QUÍMICA**  
(The pedagogical knowledge of the content: periodic table and law. A reflection regarding the preparation of chemistry teachers)

**Luiz Seixas das Neves  
Isauro Beltrán Nuñez  
Betânia Leite Ramalho  
Gleba Coelli Luna da Silveira  
Ana Lúcia Pascoal Diniz<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Programa de Pós-Graduação em Educação  
lseixasneves@bol.com.br  
isauro@uol.com.br  
blramalho@hotmail.com

### **Resumo**

Atualmente uma das questões nas quais tem-se focalizado a atenção nas pesquisas sobre formação de professores tem a ver com os processos pelos quais os professores aprendem a ensinar. Nesta pesquisa foi analisada uma experiência relativa ao conhecimento pedagógico do conteúdo sobre o tema Lei e Tabela Periódica com alunos de um curso de licenciatura em Química. Como resultado fundamental destaca-se o fato de que, apesar de sua grande importância e amplo uso, este conceito tem sido pouco discutido e, portanto, deve-se procurar desenvolver referências metodológicas para o ensino da temática, a fim de contribuir com os processos de formação do licenciado em Química.

### **Abstract**

Recently, a matter which has been approached in research studies about teacher preparation, refers to the process of how teachers learn to teach. In this research it was analyzed the pedagogical knowledge related to Periodic Law and Periodic Table with some chemistry's undergraduate students. As fundamental result is pointed out that, though its great importance and large usefulness, this concept has been a little discussed and, therefore, it is necessary to develop new methodologies to teach it, in order to contribute towards the formation process of chemistry teachers.

### **Introdução**

Um desafio na formação do professor de Química, nos cursos de Licenciatura se constitui na necessidade de formar um professor como profissional da educação, criando as condições para o processo de profissionalização desde a formação inicial.

O "professor como profissional" representa o modelo de formação adotado em todos os países da América Latina e do Caribe. Nesse sentido, uma pergunta se faz necessária: **o que caracteriza o professor de Química como profissional da educação?** Desde a Sociologia das Profissões e especialmente da Sociologia Funcionalista se tem caracterizado as profissões tradicionais. Essa visão é limitada quando se discute a docência como profissão, pois procura fechar

---

<sup>1</sup> Bolsista CNPq/PIBIC

a atividade docente em critérios aos quais não responde. Não obstante, existe um consenso nas pesquisas atuais (Ramalho, 1997) de se considerar a docência como profissão. Nesse consenso emergem algumas características próprias da docência enquanto profissão, dentre as quais se destacam:

- base de conhecimentos fundamentados cientificamente;
- formação universitária;
- acesso e controle à profissão;
- prestígio social, reconhecimento;
- práxis em grupos/organizações próprias;
- regimento normativo (código de ética, etc.);
- atualização profissional.

Assim, o professor de Química, como profissional se caracteriza por um determinado agir, por uma base de conhecimentos, um grupo de competências, que lhe conferem uma dada identidade profissional (Ramalho et al 2001).

As pesquisas sobre formação de professores, desde a perspectiva do professor como profissional procuram estudar como eles constroem nos contextos dados a profissão. Ligada a essa perspectiva, uma outra "o pensamento do professor" (Marcelo, 1992; 1998) orienta as pesquisas para conhecer o que pensam os professores e como esse pensamento se relaciona com seu agir profissional. O interesse por estudar como os professores aprendem a ensinar (Marcelo, 1998) visa contribuir com os processos de formação dos professores, em especial nos contextos da Educação para o Século XXI.

As grandes mudanças operadas nas diferentes esferas das sociedades (a globalização das economias, das políticas, as novas tecnologias e formas de comunicações, as novas formas de organização do trabalho, etc.) exigem da escola abandonar as formas tradicionais de educar, para garantir a inclusão dos cidadãos na "sociedade do conhecimento". Nessa tarefa, a formação dos professores passou a ser motivo de novos questionamentos.

Maiztegui et al (2000) discutem sobre a formação de professores de ciências em Iberoamérica no contexto do século XXI. Os autores reforçam a necessidade de associar as inovações educativas a uma correta formação docente. Dentre os elementos que os autores discutem está o fato das dificuldades que geralmente contrapõe a formação científica da preparação pedagógica, pelo que se faz necessário superar essa dicotomia e trabalhar de forma dialética as relações entre o conhecimento científico e sobre como ensinar esse conhecimento.

Na formação do Licenciado em Química, o objeto de estudo da nossa pesquisa (e pensamos não seja diferente em outras muitas universidades do Brasil), a dicotomia entre a formação científica e a formação pedagógica tem sido historicamente um problema a resolver nas instituições formativas.

Uma síntese da problemática relativa à formação de professores para ensinar Química, no contexto que estudamos, pode comparar-se com o relato do Sr. K:

*"Comecei a estudar em um curso de formação de professores de Física para o nível médio. Na minha experiência, os professores da área pedagógica ignoravam as ciências, e aqueles responsáveis pelas matérias específicas pareciam estar à margem das questões educacionais". "[...] Sintetizando, o problema era que ninguém me ensinava a ensinar."* (Serafini, 1998, p.92).

A formação do professor de Química nos cursos de Licenciatura deve, entre outros fatores, considerar que:

- os futuros professores têm idéias sobre como ensinar, geralmente baseada nas suas experiências de muitos anos nas escolas. Essas idéias devem ser fonte de questionamento e reconstrução;
- não é possível aprender a ensinar estudando de forma teórica como fazer essa tarefa profissional. A prática, ligada à teoria, à reflexão, à pesquisa, desde uma perspectiva crítica, é um componente essencial da formação profissional. As competências profissionais não são transmissíveis, elas se formam e desenvolvem quando se mobilizam os saberes, habilidades, se

desconstróem "hábitos", sob os componentes afetivos da personalidade, em situações práticas reais, reguladas pela responsabilidade, a ética. A formação do Licenciado em Química é decorrente da integração teoria/prática durante todo o processo formativo, e não só em estágios ou práticas profissionais de caráter terminal no curso;

- desenvolver atitudes positivas face à ciência, compreender os processos de construção do conhecimento científico, as relações da ciência com a tecnologia e a sociedade;
- ter uma profunda formação científica (domínio dos conteúdos da Química) e pedagógica (a educação integral dos alunos, no contexto escolar, sob as condições da Educação para o Século XXI, expresso no que tem-se caracterizado como o Novo Ensino Médio no Brasil. Essa questão se liga aos quatro pilares básicos da educação hoje: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser, aprender a conviver (Delors, 2000) e à continuação na formação, como parte de seu desenvolvimento profissional.

## **Desenvolvimento**

*Os saberes do professor: saberes disciplinares, curriculares e o conhecimento pedagógico do conteúdo*

Como foi discutido, toda profissão se caracteriza por uma "base de conhecimentos" que lhe confere uma especificidade. Essa "base de conhecimentos" se estrutura a partir dos conhecimentos (ou saberes), habilidades, competências, hábitos, que definem a docência como profissão. Vários autores discutem diferentes tipologias dos saberes ou conhecimentos necessários à prática docente (Porlán et al, 1998; Gauthier et al, 1998; Shulman, 1986). Segundo os objetivos do estudo, focalizamos a atenção em três tipos de saberes ou conhecimentos:

- saber disciplinar;
- saber curricular;
- conhecimento pedagógico do conteúdo.

**Saber disciplinar**: refere-se aos saberes produzidos pelos pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas, legitimado pela academia (Gauthier et al, 1998). É o que Lopes (1998; 1999) identifica com o conhecimento científico produzido pela Ciência Química, no caso da Química, que, como empreendimento cultural e social tem suas especificidades. Shulman (1986) chama esse saber de "conhecimento do conteúdo específico."

**Saber curricular**: são os saberes selecionados e organizados num "corpus" expressado nos programas escolares, livros didáticos (Gauthier et al, 1998). Lopes (1999) chama esse saber de "conhecimento escolar", selecionados através de diferentes mecanismos (históricos, culturais, sociais, políticos, etc.) dos saberes disciplinares. Eles formam parte da cultura escolar em cada contexto sócio-histórico.

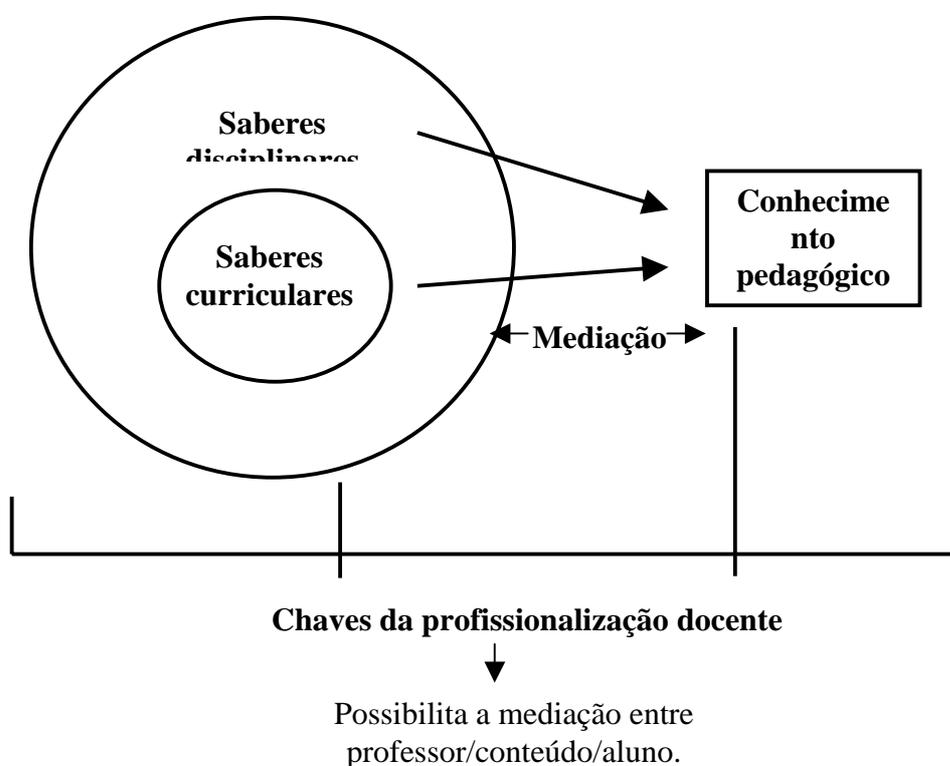
No processo de transformação dos saberes científicos da Química, em saberes escolares nos programas para o ensino de Química, tem um papel essencial a "transposição didática" (Lopes, 1999). Os saberes curriculares são identificados por Gimeno (1998) como os conteúdos do currículo.

É importante considerar que existe uma diferença entre as formas pelas quais se produz o conhecimento científico e as formas como ele se apresenta ao público. Nesse sentido, Reicherback (1938) distingue entre "contexto de descobrimento" e "contexto de justificação". Assim, é necessário reconhecer a ciência em desenvolvimento, e a ciência como produto. Os conteúdos da escola focalizam sua atenção nos produtos da ciência, sendo eles simplificados segundo uma "justificativa pedagógica", que os apresenta como verdades estáticas, não susceptíveis ao desenvolvimento. Como discute Medawar (1974) a ciência que se apresenta aos alunos (a ciência pública) é resultado de uma reformulação da ciência privada desde o contexto de descobrimento. Nesse processo, no geral, os problemas associados aos produtos da ciência ficam ocultos, os alunos estudam as soluções, e não os problemas de origem ou os novos problemas que geram o conhecimento científico. Foi o que Schwab (1964) chamou de "discurso centrado nas conclusões".

**Conhecimento pedagógico do conteúdo:** os saberes disciplinares e curriculares devem estar mediados pelo que Shulman (1986) identifica como o "conhecimento pedagógico do conteúdo". O ensino dos conteúdos de uma disciplina exige além do domínio de seu corpo teórico básico, a compreensão das estruturas dos conteúdos, as formas pelas quais eles se tornam compreensíveis pelos alunos, além de conhecer as experiências anteriores dos alunos e suas relações com o novo conteúdo. São as formas de representar e formular os conteúdos de forma tal que sejam compreensíveis pelos alunos, os motivos pelos quais alguns conteúdos são mais ou menos difíceis de ser aprendidos. Ou seja, é o conhecimento sobre como pode ser ensinado um dado conteúdo, para alunos específicos, com sucesso na aprendizagem.

No conhecimento pedagógico do conteúdo se incluem estratégias específicas para ensinar um conteúdo dado, como as analogias, demonstrações, experimentos, explicações, problemas de aprendizagem.

O conhecimento pedagógico do conteúdo é um elemento essencial que diferencia um "químico" de um "professor de Química". Não é suficiente saber Química para ser professor de Química. As relações entre os saberes disciplinar e curricular e o conhecimento pedagógico do conteúdo podem ser representadas no seguinte esquema:



A formação do licenciado em Química implica trabalhar de forma dialética as relações existentes entre esses três tipos de saberes. Geralmente os saberes disciplinares são estudados à margem do conhecimento pedagógico dos conteúdos, uma vez que a formação desse licenciado acontece num contexto desprofissionalizante. O aprender a ensinar Química é deslocado para o Estágio ou Prática de Ensino, como atividade terminal da formação.

A Didática das Ciências, como disciplina científica emergente, tem mostrado que ensinar Ciências é uma tarefa complexa, uma atividade profissional. Quando pensamos na formação dos Licenciados em Química nos contextos nos quais pesquisamos, observamos que a formação inicial pouco contribui com "referenciais" para uma base de conhecimento da docência como profissão, e o aprender a ensinar Química é algo que os professores, quando iniciam o exercício da profissão, devem fazer a partir de suas limitadas experiências no ensino. Os cursos de formação continuam "fornecendo receitas de como fazer", sem considerar as peculiaridades da formação continuada, desconsiderando o professor como ator do processo de construção de saberes de sua profissão e os contextos reais da prática profissional.

O presente estudo aponta para a problemática de se pensar alternativas, enquanto referenciais para trabalhar "o conhecimento pedagógico do conteúdo", desde a formação inicial do Licenciado em Química. Essa problemática nos leva à procura de caminhos criativos que possam fornecer ferramentas teórico-metodológicas aos futuros licenciados em Química para o trabalho profissional com competência. O agir competente exige de uma nova racionalidade: não existem respostas teóricas prontas, e sim, diversas (saberes) que os professores devem saber selecionar e mobilizar para construir suas competências profissionais. O professor como profissional toma decisões, procura alternativas, tem argumentos teóricos que justificam suas ações, etc. Por isso, a formação inicial deve envolver os futuros professores em tarefas de pesquisa e inovação educativa em relação aos problemas da prática profissional. Formar esses futuros profissionais de maneira que eles deveriam trabalhar nas escolas do Ensino Médio, para ensinar Química, como parte do Projeto Pedagógico da escola, segundo os princípios e normas curriculares para esse nível de educação.

Para a nossa pesquisa sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, os conteúdos programáticos da Química do Ensino Médio selecionados foram a Lei e a Tabela Periódica. O estudo sobre a Lei Periódica e a Tabela periódica aponta, no ensino da Química, para as bases teóricas e metodológicas no estudo da estrutura e propriedade das substâncias, assim como de suas aplicações. A tabela periódica é uma ferramenta imprescindível no estudo da Química por criar mecanismos de compreensão do conhecimento científico, que possibilita aos alunos, no contexto da sala de aula "reproduzir os modelos", e pela via de sua "construção", o conhecimento significativo (Ausubel et al, 1989). Os novos conhecimentos são fundamentais para o pensamento químico, em especial o papel da dedução na sua correlação com a indução. Assim também, o estudo da Lei Periódica é essencial à formação de uma concepção científica do mundo, da unidade e complexidade da "parte-todo" como expressão dialética dos fenômenos químicos e naturais.

No estudo da Tabela Periódica, uma discussão tem privilegiado, na procura de demonstrar se é mais ou menos conveniente o estudo da lei periódica no início do curso de Química do Ensino Médio ou no final deste (Rojas et al, 1990). Consideramos oportuno o estudo da Lei Periódica após o estudo da estrutura do átomo, evitando os dogmatismos e mecanismos que tradicionalmente têm caracterizado essa aprendizagem. O estudo das ligações químicas, das propriedades das substâncias estão baseados na Lei Periódica. O estudo dos aspectos históricos possibilitam contextualizar e problematizar o conhecimento científico da Lei Periódica, revelar suas características enquanto construção social, historicamente influenciado. Possibilitará desmistificar o trabalho da ciência e dos cientistas como algo dado a pessoas "excepcionais", assim como humanizar a ciência na sua dimensão subjetiva. Todo esse contexto pode ser uma importante forma de motivação pelo estudo das ciências.

O "conhecimento pedagógico do conteúdo" é um componente da formação profissional ao qual deve ser dada mais atenção na formação do Licenciado em Química. Isso supõe trabalhar na construção de múltiplas referências, como metodologias associadas a experiências práticas ou da pesquisa educacional, relativa aos diferentes conteúdos curriculares. Nosso trabalho se orienta a refletir sobre a problemática em estudo: Lei e Tabela Periódica.

### *Objetivos*

A pesquisa propõe como objetivos:

1. Caracterizar a relação saber disciplinar/conhecimento pedagógico do conteúdo, sobre o tema: Lei e Tabela Periódica, a fim de inferir como essa questão é trabalhada num grupo de alunos do curso de Licenciatura em Química.
2. Desenvolver na prática formativa dos alunos, uma referência para o ensino da Lei e a Tabela Periódica, como parte da base de conhecimentos da profissão de professor de Química.

## *O referencial empírico*

O curso de Licenciatura em Química da UFRN se apresenta como o contexto da pesquisa. Esse curso na última avaliação proferida pelo MEC recebeu conceito B. Foram selecionados alunos concluintes (primeiro semestre do ano 2001) que cursavam a disciplina Prática de Ensino. Nessa etapa podem ser caracterizados os saberes, objeto do estudo, assim como refletir em relação à referência que se propõe esse trabalho em relação ao ensino da Lei e Tabela Periódica. A pesquisa foi desenvolvida com a participação de 05 alunos do curso. Embora pequena amostra, lançamos mão das nossas experiências na formação de professores, no contexto dado, fazendo extensivas, as conclusões do estudo e suas implicações para a formação do Licenciado em Química.

## *Metodologia da Pesquisa*

1. Para dimensionar a importância do tema escolhido, em relação às referências de ensino, foi feito um levantamento bibliográfico relativo aos trabalhos publicados em importantes revistas e anais de 01 congresso sobre Química e Ensino de Química, em relação a trabalhos sobre ensino da Lei e Tabela Periódica. Essa busca bibliográfica possibilitou também localizar referências sobre a temática a fim de esclarecer o grau de novidade da "metodologia para o ensino da Tabela Periódica" que se propõe na pesquisa. Foram consultadas as seguintes fontes:

<b>Fonte</b>	<b>Anos</b>
Revista Química Nova, Brasil.	1990-2001
Educación Química, México.	1995-2001
Enseñanza de las Ciencias	1983-2001
Revista Química Nova na Escola, Brasil	1995-2001
Journal of Chemical Education	1990-2001

2. Para caracterizar a influência da Agência Formadora nos saberes dos alunos do curso de Licenciatura em Química, relativos aos saberes disciplinares e o conhecimento pedagógico do conteúdo, sobre a Lei e Tabela Periódica foi utilizado um questionário de perguntas abertas. Embora as limitações desse instrumento, para os fins da nossa pesquisa, ele fornece a informação necessária inicial a ser susceptível de discussão posterior (na entrevista/reflexão final).
3. Conhecidas as opiniões dos alunos através das respostas do questionário, se organizou o trabalho com uma experiência para se pensar numa outra alternativa para o estudo da Lei e Tabela Periódica. A atividade foi feita segundo os seguintes objetivos:
  - descobrir a lei periódica, a partir da periodicidade nas configurações eletrônicas de elementos químicos;
  - construir a tabela periódica como representação gráfica da lei periódica, reconhecendo a lógica dos grupos e períodos;
  - compreender a transição da tabela curta à tabela longa, diferenciando os elementos representativos dos elementos de transição;
  - analisar o processo de construção da tabela como processo científico, desde o ponto de vista histórico, diferenciando os trabalhos originais da construção da lei a partir dos avanços da estrutura atômica.
4. A atividade foi desenvolvida pelos alunos com a mediação dos professores/pesquisadores. Os futuros licenciados em Química, trabalharam segundo as orientações de uma Guia de Trabalho. A atividade foi desenvolvida em grupo.
5. Finalizada a construção da Lei da Tabela Periódica pelos alunos, se procedem a uma discussão/reflexão no grupo em relação à:
  - a nova referência para se trabalhar a tabela periódica, sua comparação relativa às formas como se é trabalhada nos livros didáticos do Ensino Médio;

- a potencialidades e limitações da referência metodológica para o ensino da Lei e da Tabela Periódica;
- a importância do conhecimento pedagógico do conteúdo na profissionalização do professor.

## Resultados

Para uma melhor apresentação e análise, os resultados são discutidos segundo as questões de estudo, estruturadas nos seguintes itens:

- Resultados em relação à busca bibliográfica;
- Em relação ao Questionário;
- Em relação à nova metodologia para o ensino da Lei e a Tabela Periódica.

### *Resultados em relação à busca bibliográfica*

<b>Revistas</b>	<b>Nº de artigos sobre a T. P.</b>	<b>Nº de artigos relativos ao ensino da T. P.</b>	<b>Anos Pesquisados</b>
Química Nova na Escola	0	0	1995-2001
Química Nova	4	0	1990-2001
Journal of Chemical Education	19	7	1990-2001
Enseñanza de la Ciencia	0	0	1983-2001
Journal of Science Teacher Education	4	0	1997-2001
Livro de Resumos do Congresso S.B.Q.	2	1	1999-2001

De acordo com os dados observados, verificamos que ao longo de dez anos, não obstante ser um dos conceitos fundamentais para a ciência em geral, e em particular para a Química, raros são os trabalhos sobre a Lei e a Tabela Periódica. Ao pesquisarmos nas mais importantes revistas e em 01 evento científico, percebemos que durante um período que varia entre 05 anos (Química Nova na Escola), 10 anos (Química Nova), e aproximadamente 18 anos (Enseñanza de la Ciencia), apenas no Journal of Chemical Education foram encontrados 07 artigos relativos ao ensino da Lei e da Tabela Periódica, dentre os 27 editados pela revista ao longo de 10 anos

Muitas são as razões para que isto esteja acontecendo, no entanto, é possível que uma das razões seja o fato de que há muito tempo vem se cristalizando através do uso do livro didático, a maneira (quase rotineira) como os alunos aprendem e os professores ensinam a Tabela Periódica.

Diante deste quadro coloca-se para o futuro professor de Química um grande desafio, ou seja, o professor deverá ser capaz de criar situações, experimentos, instrumentos didáticos, etc. para assim poder desenvolver sua atividade profissional.

### *Resultados em relação ao Questionário*

Os resultados mais expressivos que emergem das respostas ao questionário, podem ser resumidas nos seguintes itens:

- Os cinco alunos do curso consideram satisfatórios seus conhecimentos sobre a Lei Periódica e a Tabela Periódica, para ensinar esse conteúdo no Ensino Médio. Não obstante, a opinião se divide quando respondem sobre seus conhecimentos relativos à História da Lei Periódica. Dessa forma, eles avaliam ter os saberes disciplinares necessários sobre o tema, para o início do exercício da profissão docente. Essas respostas se confirmam nas horas que o curso dedica ao estudo desse conteúdo, avaliado como relevante, pelo caráter academicista que tem a formação dos Licenciados em Química, centrada nos conteúdos. Os professores formadores desses futuros

profissionais, geralmente não assumem o fato de estarem formando futuros profissionais do ensino de Química como consequência da sua própria formação.

- Todos os alunos atribuem importância ao conhecimento da história da Tabela Periódica, mas não explicitam argumentos pedagógicos sólidos sobre o papel da história do ensino de ciências, limitando-se a confirmar os argumentos que aparecem nos livros de Química do Ensino Médio. Uma resposta característica de um aluno foi: "a utilidade de se conhecer a história da Tabela Periódica está no saber como surgiram os elementos químicos e quem foram os cientistas".
- Os cinco alunos expressam o fato de durante os estudos do curso de Licenciatura não ter discutido metodologias, como referências, sobre como ensinar a Lei e a Tabela Periódica. O mesmo tipo de resposta negativa foi dada quando são perguntados sobre pesquisas bibliográficas desenvolvidas por eles sobre metodologias para o ensino desse tema. Essa questão se transforma num elo fraco da formação profissional, uma vez que não é trabalhado o componente pedagógico do conteúdo. Essa é uma das causas pela qual os professores no início da profissão repetem as práticas de seus professores formadores aliados às seqüências de ensino dadas nos livros didáticos.
- O não conhecimento de referenciais metodológicos para o ensino da Tabela Periódica empobrece os argumentos dos alunos quando respondem sobre dificuldades de aprendizagem da Lei Periódica. As respostas são do tipo "senso comum".

A formação inicial do Licenciado em Química supõe um trabalho criterioso na construção dos conhecimentos pedagógicos dos conteúdos, a fim de saber mobilizar esses conhecimentos em sinergia com outros recursos intelectuais e afetivos nas competências profissionais. Se trabalhar essa componente da formação leva a superar a "metodologia da superficialidade" na construção de saberes profissionais para o ensino, caracterizada por:

- tendência a generalizar acriticamente, com base nas observações;
- realizar observações, geralmente, não controladas;
- elaborar respostas rápidas e seguras, baseadas em evidências do senso comum;
- raciocinar numa seqüência causal e linear (Gil, 1985).

Se faz necessário assumir que não é o mesmo formar um químico que formar um professor de Química. São duas profissões, com seus objetos de estudo específicos, com diferentes estilos de agir profissional. O professor de Química é um educador, e conseqüentemente um agente do desenvolvimento social de seus alunos, no qual o conteúdo tem uma potencialidade educativa dada.

Por quanto não existem "metodologias prontas", como "receitas" para o ensino da Lei e da Tabela Periódica, é importante o desenvolvimento de pesquisas para a construção de novas referências a ser parte da base de conhecimentos para o ensino, do professor. Nesse sentido, a terceira parte da pesquisa se organizou no estudo de uma nova referência para o ensino da Lei e Tabela Periódica no Ensino Médio.

### *Resultados em relação à nova metodologia para o ensino da Lei e Tabela Periódica.*

A atividade de reflexão da "nova metodologia" para o estudo da Lei e da Tabela Periódica iniciou com uma discussão sobre as formas utilizadas nos livros didáticos do Ensino Médio para trabalhar esse tema. Os alunos do curso de Licenciatura em Química (04), a partir das suas experiências explicaram:

- a forma "mecânica" e "reprodutiva" como se é estudada a Tabela Periódica, geralmente com um fim utilitário, sem a compreensão das variações das propriedades periódicas. Os livros não enfatizam na lei periódica, como representação do conhecimento científico. A própria compreensão do sentido de "lei" na ciência é interpretada de forma inadequada pelos livros, que não aproveitam as oportunidades dos conteúdos para discutir sobre questões epistemológicas das ciências;
- de uma forma ou outra, os livros consultados desenvolvem as mesmas metodologias análogas para o estudo do tema;

- os elementos históricos da Lei e da Tabela Periódica nos livros têm caráter ilustrativo, limitando as potencialidades da história das ciências no estudo do tema;

Dada a orientação para o trabalho com a "nova metodologia", os alunos trabalharam na solução das situações de aprendizagem apresentadas, constatando as diferenças com as formas "tradicionais" de se trabalhar o tema.

Ordenaram os elementos segundo os seguintes critérios:

- os elementos que tenham o mesmo número quântico principal (mesmo tipo de nível de energia) fiquem nas filas horizontais, em ordem crescente de seu número de elétrons do seu último nível.
- os elementos que tenham o mesmo número de elétrons no seu último nível fiquem em filas verticais.

O resultado mais expressivo no trabalho do grupo foi o seguinte:

H	He						
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

Existindo dúvidas na posição do He, questão que foi discutida pelos pesquisadores, como uma Questão a problematizar. Os alunos procuraram no livro didático os conceitos de grupo e período e identificaram seus grupos e períodos. Solicitados a representar graficamente os resultados chegaram a uma primeira versão de uma "tabela periódica curta" em função das configurações eletrônicas.

H $1s^1$	He $1s^2$						
Li $1s^2 2s^1$	Be $1s^2 2s^2$	B $1s^2 2s^2 2p^1$	C $2s^2 2p^2$	N $2s^2 2p^3$	O $2s^2 2p^4$	F $2s^2 2p^5$	Ne $2s^2 2p^6$
Na [Ne] $3s^1$	Mg [Ne] $3s^2$	Al $3s^2 2p^1$	Si $3s^2 2p^2$	P $3s^2 2p^3$	S $3s^2 2p^4$	Cl $3s^2 2p^5$	Ar $3s^2 2p^6$
K [Ar] $4s^1$	Ca $4s^2$	Ga $4s^2 4p^1$	Ge $4s^2 4p^2$	As $4s^2 4p^3$	Se $4s^2 4p^4$	Br $4s^2 4p^5$	Kr $4s^2 4p^6$

Uma observação interessante foi o salto nos números atômicos do Ca ao Ga, questão útil para a problematização no processo de construção do conhecimento.

Na continuação foi debatida a pergunta: ***Qual a regularidade que você pode encontrar na ordem dos elementos segundo sua distribuição eletrônica?***, pergunta que possibilitou, em elaboração conjunta mostrar a "periodicidade" nas configurações eletrônicas. Os pesquisadores chamaram a atenção à importância de se discutir os diferentes sentidos que os alunos do Ensino Médio possam ter de "periodicidade" para poder enunciar a Lei Periódica em função das estruturas dos átomos. Na continuação foi discutida a possibilidade de relacionar a Tabela Periódica, como expressão gráfica da Lei Periódica.

Na segunda parte da atividade, os alunos deviam procurar solução para a "questão em aberto" relativa ao salto dos elementos Ca para Ga. Foram desenvolvidas as configurações eletrônicas pela notação  $n^x$  para os elementos.

Elementos	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Z	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

E discutidas as seguintes questões:

- Quais as características comuns nas configurações eletrônicas destes elementos? Onde se coloca um novo elétron quando se passa de um elemento para outro na configuração eletrônica?
- Na tabela periódica construída por você, onde e como poderia incluir esses elementos?

Com a orientação do professor e a busca no livro didático, foi analisada como é possível identificar a série dos elementos de transição, e a necessidade de se abrir a tabela periódica construída, para se inserir o novo grupo de elementos, precisamente na descontinuidade existente entre Ca e Ga. A partir dessa situação de aprendizagem, uma nova representação gráfica pode ser feita da Lei Periódica.

H	He																
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Mg											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

Nesse contexto se compara a Tabela Periódica construída pelo grupo com a Tabela Periódica para se discutir:

- por que alguns períodos são identificados como períodos curtos e outros como períodos longos?
- a posição do He na Tabela Periódica.
- A posição dos elementos representativos, os de transição e dos elementos que têm o "elétron diferenciado" nos subníveis "f".

Os alunos puderam vivenciar uma outra referência para o "ensino da Lei e Tabela Periódica". Assim, foi o momento oportuno para se discutir como utilizar a História da Ciência no ensino da Tabela Periódica. Por quanto, a tabela construída tinha como referência informações sobre a estrutura eletrônica, é necessário contextualizar a problemática de sistematizar os dados sobre os elementos e as propriedades das substâncias desenvolvidas por Dobereiner, Chancourtois, Newlands e Meyer; como cientistas que contribuíram à formulação da Lei Periódica por D. I. Mendeléiev. Os alunos podem trabalhar a busca de informações históricas sobre a Lei Periódica para um debate educativo que possibilite esclarecer o trabalho da ciência, dos cientistas, o significado de uma lei química, etc.

Finalizada a atividade de reflexão da "nova metodologia" foram registradas as opiniões a seu potencial metodológico. Dentre os comentários mais significativos expressados pelos alunos, podemos citar:

- a motivação por uma atividade diferente, orientada à compreensão e não só à memorização da Tabela Periódica;
- o papel importante do professor na procura de referências que permitam construir suas próprias metodologias segundo o contexto, para o ensino;
- a importância da história no ensino das ciências;
- a necessidade de socializar esse tipo de experiências;
- a importância de se refletir nos conteúdos e as metodologias de ensino implícitas nos livros didáticos, a fim de questionar de forma crítica o que têm-se chamado "a pedagogia do que sempre foi feito", como parte da condição do Licenciado em Química como profissional da educação.

A atividade proposta possibilita que o estudo da Lei e da Tabela Periódica se caracterize por um sólido caráter teórico, e não só como uma ferramenta empírica de análises de fatos. Esse estudo continua com as relações que se estabelecem com as ligações químicas. As variações nas propriedades periódicas podem ser explicadas nas regularidades nas distribuições eletrônicas dos elementos, a partir do estudo de dois conceitos chaves: carga nuclear efetiva e a força de atração dos núcleos para os elétrons das camadas externas. Isso supõe o uso do "modelo eletrostático" do átomo, válido nesse processo de estudo das propriedades periódicas. Diferenciar o "modelo eletrostático" dos "modelos quânticos" dos átomos, possibilita mostrar aos alunos a dinâmica, o caráter de modelo como sistema epistêmico, do conhecimento científico, ao existir diferentes formas de explicar os mesmos fatos.

## Conclusões

Os resultados apontam para o caráter "academicista" no trabalho com os conteúdos na formação do Licenciado em Química, com privilégio dos saberes disciplinares. Uma questão chave da profissionalização para a docência, que é considerar como os professores aprendem a ensinar Química para contribuir com sua preparação desde a formação inicial, não é objeto da formação. Consequentemente, o "conhecimento pedagógico do conteúdo", como um saber necessário à formação de competências.

O "Novo Ensino Médio" no Brasil, representa uma verdadeira "revolução" na educação nesse nível de escolaridade. Para avançar na educação segundo a Educação no Século XXI, as práticas tradicionais de ensino e de formação de professores devem ser superadas. Se faz necessário assumir que formar um Licenciado em Química tem suas exigências, que vão além de uma visão reducionista de um "estágio final", ou uma "prática de ensino" que dicotomiza a formação "científica" da formação "pedagógica". O estudo dos saberes disciplinares, durante toda a formação, devem estabelecer diálogos construtivos com as formas de se ensinar, a fim de construir novas referências de ensino e contribuir a desenvolver o conhecimento pedagógico do conteúdo nos futuros Licenciados em Química. Essa questão é chave na profissionalização do ensino e na busca de ruptura com os contextos formativos desprofissionalizantes.

## BIBLIOGRAFIA

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicologia Cognitiva*. México: Trilhas, 1989.
- DELORS, J. (org.) *Educação: Um tesouro a descobrir*. São Paulo: Brasília: DF. MEC: Cortez: UNESCO, 2000.
- GAUTHIER, et al 1998. *Por uma teoria da Pedagogia. Pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: Editora UNIJUI.
- GIL, P. D. e CARRASCOSA, A. J. La "metodologia de la superficialidade" y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1985, p. 113-120.
- GIMENO, J; SACRISTAN, A. 1998. O Currículo: Os conteúdos do ensino. Uma análise de prática. In: Gimeno, J; Sacristan, J. e Perez-Gomez, A. I. *Compreender e transformar o ensino*. 4ª Edição, Porto Alegre: Art Med.
- LOPES, A. R. C. A Química, uma ciência central: desafio de ensinar a Química: ciência e conhecimento escolar. In: *Caderno de Resumos e Anais. IX Encontro Nacional de Ensino de Química*. UFCE, 1998, p. 15-30.
- LOPES, C. R. A. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.
- MAIZTEGUI, A.; GONZALEZ, E.; TRICÁRICO, H.; SALINAS, J.; CARVALHO, A. M. P. e GIL, D. La formación de los profesores de ciencias en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 24, 2000 (disponível no site: <http://www.oci.es> ).

- MARCELO, C. G. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: Nóvoa, A. (org.). Os professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- MARCELO, C. G. Pesquisa sobre a formação de professores. O conhecimento sobre aprender a ensinar. Revista Brasileira de Educação, nº 9, set./out./nov./dez., 1998, p. 51-75.
- MEDWAR, P. B. The scientific paper a fraud? Reading in Science Education MacGraw Itell, Londres, 1974.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. e MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemologia de los profesores II. Estudios empíricos y conclusiones. Enseñanza de las Ciencias. 1998.16(2)p.271-288.
- RAMALHO, B. L. Relatório de Pesquisa: As idéias dos professores sobre a sua profissão. Natal: UFRN, 1997.
- RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B. e CLEMONT, G. Quando o desafio é mobilizar o pensamento pedagógico do professor/a: Uma experiência centrada na formação continuada. ANPED-23ª reunião anual-ANAIS: Minas Gerais, 2001.
- REINCHERBACH, H. Experience and predictron. The University of Chicago Press. Chicago, 1938.
- SERAFINE, G. As inquietações do Sr. K. sobre o rigorismo dos conteúdos escolares. IN WEISMAN, H. (org). Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões: Art Med. Porto Alegre, 1998.
- SHULMAN, L. Those who understand: the knowledge growths in teaching. In: Education reseacher. Fev., 1986, p. 4-14.
- SCHWAB, I. Problems, topics and issmes. Education and the structure of knowledge. Chicago: Rand McNally, 1964.
- ROJAS, A. C.; GARCIA, L. L. e ALVAREZ, D. A metodologias de la enseñanza de la Química II. La Habana, Ed. Pueblog Educación, 1990.