



## **AValiação DO CONHECIMENTO, SOBRE PERIODICIDADE QUÍMICA, EM UMA TURMA DE QUÍMICA GERAL.**

### **ASSESSMENT OF KNOWLEDGE ABOUT CHEMICAL PERIODICITY, IN A CLASSROOM OF GENERAL CHEMISTRY.**

**Miguel Araújo Medeiros<sup>1</sup>**

**Roberta Vilarino Matos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais / Departamento de Química,  
medeiros@ymail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais / Departamento de Química,  
vilarinoroberta@gmail.com

#### **Resumo**

Este trabalho consistiu em: (i) analisar o conteúdo tabela periódica em livros didáticos do ensino médio; (ii) propor a utilização de um *software* educativo; (iii) sugerir atividades de ensino e (iv) aplicá-las em uma turma recém aprovada no Vestibular. Os resultados mostraram que os livros didáticos utilizados pelos estudantes durante o ensino médio, apresentam o conteúdo de maneira deficiente, induzindo o aprendiz a decorar conceitos e esquemas. Notou-se ainda que os estudantes (91%), embora soubessem o significado do termo periódico, apresentaram dificuldades em relacionar o conceito com a variação do raio atômico e massa molar, no decorrer da tabela periódica (43% dos alunos responderam da maneira esperada). Os estudantes que souberam associar o conceito de periodicidade com a variação das propriedades, foram os mesmos que souberam representar na forma de desenhos, os modelos atômicos de Li, Na e K (elementos de maior raio atômico, em seus respectivos períodos).

**Palavras-chave:** Tabela periódica, periodicidade química, atividades de ensino.

#### **Abstract**

This work consisted of: (i) analyze the content periodic table in textbooks of high school; (ii) propose the use of an educational software; (iii) suggest the educational activities and; (iv) implement these activities in a class recently approved in the admission test of an university. The results of this work indicated that the textbooks used by students during the high school, shows the content of deficient way, inducing the learner to decorate concepts and schemes. It was also noted that students in the class of general chemistry (91%), although they knew the meaning of periodic term, had difficulties in relating the concept with the variation of atomic radius and molar weight, during the periodic table (only 43%

of students answered in an appropriate manner). The students who were able to associate the concept of periodicity with the variation of the properties, were the same people who represented in the form of drawings the atomic of Li, Na and K (elements of higher atomic radius in their respective periods).

**Keywords:** Periodic table, chemistry periodicity, educational activities.

## INTRODUÇÃO

O homem, desde os primórdios, vem desenvolvendo um forte espírito de ordenação e classificação, considerando os mais diversos critérios de avaliação. E essa vontade de ordenar e classificar tudo que está a sua volta, atingiu a ciência e em especial a química, no decorrer do tempo. Lavoisier, por exemplo, no século XVIII, organizou várias substâncias simples de acordo com algumas propriedades, tais como: caráter metálico, capacidade em oxidar, acidificar e formar sais (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 1997).

Durante os séculos XVIII e XIX, muito se fez na química, no que se refere à criação de teorias que sistematizaram reações químicas e leis empíricas, trabalhos esses, fundamentalmente realizados por Lavoisier, Proust e Richter (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 1997). Nesse mesmo período surgiu a idéia de uma partícula minúscula, que estaria na constituição de toda a matéria e se chamaria átomo, proposta por John Dalton. Esse foi o pontapé inicial para a classificação das substâncias, de acordo com propriedades que seriam decorrentes de semelhantes átomos constituintes.

Johann W. Döbereiner, em 1829 (WEEKS, 1968), observou que ao agrupar certos elementos (normalmente três, que ele chamou de tríade) de acordo com algumas propriedades, ocorriam relações numéricas com valores de seus pesos atômicos, o que caracterizaria o primeiro indício de periodicidade nas propriedades dos elementos químicos. A partir daí, muito se fez em relação à classificação dos elementos químicos, até chegar à classificação proposta por Mendeleev (MENDELEEV, 1901) e modernizada por Moseley (MILLIKAN, 1946 e HAIGH, 1995), no início do século XX. A descoberta da lei periódica é considerada um grande marco da química, tendo grande importância, comparável a teoria moderna da estrutura atômica (MELO F<sup>o</sup>; FARIA, 1990; EICHLER; DEL PINO, 2000).

Segundo Tolentino e Rocha-Filho (1997), a tabela periódica tem um valioso caráter didático, entretanto, acredita-se que o sucesso ao lecionar o conteúdo está intimamente ligado aos conceitos de átomo e as teorias atômicas estudadas (CARUSO; OGURI, 1997). Levando em consideração que os conteúdos átomos e teorias atômicas são abstratos e distantes da realidade dos estudantes, é de considerar também abstrato e difícil, o estudo de tabela periódica, que muitas vezes remete-se ao processo de decorar regras e esquemas (MEDEIROS, 2008).

Acredita-se que o estudante ao se envolver no estudo dos conceitos de tabela periódica (de maneira satisfatória para a real aquisição do conhecimento), necessita exercitar algumas habilidades, como (i) a criação e interpretação de tabelas e gráficos e (ii) a capacidade de formulação de modelos, algumas vezes, mentais outras vezes explícitos (GALAGOVSKY, 2009). Segundo Fernandez e Marcondes (2006) e Driver e colaboradores (1999) trabalhar com idealização e modelos é algo intrínseco do conhecimento científico, e sem a sua utilização, a química fica restrita a observações e

descrições de propriedades macroscópicas (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006). Nesse contexto, o ato de ensinar e aprender ciências, ou em especial química, requer processos de teorização, construção e reconstrução de modelos que possibilitem a interpretação e explicação dos resultados, pelos estudantes (SOUZA; CARDOSO, 2008).

Dessa maneira, acredita-se que o ensino de periodicidade das propriedades dos elementos químicos pode ser trabalhado, a partir de atividades de ensino que valorizem a participação dos estudantes, a partir de criações de modelos para explicar o fato observado em tabelas e gráficos. E a utilização de recursos computacionais, como um software educativo sobre Tabela Periódica, pode auxiliar na aquisição do conhecimento, pois pode conter subsídios que estimulem a reflexão dos estudantes de uma maneira mais ampla (BETTIO; MARTINS, 2004).

## **METODOLOGIA**

Este trabalho objetivou analisar o conhecimento dos estudantes de química geral, de uma turma de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)<sup>1</sup>, sobre periodicidade das propriedades dos elementos químicos. Para alcançar esse objetivo, realizou-se: (i) a análise dos materiais didáticos (livros didáticos de química), que a maioria dos estudantes apontou como sendo os livros adotados (FELTRE, 2001 E PERUZZO; CANTO, 2003) nas escolas de ensino médio de origem; (ii) a análise de um software educativo para o ensino de tabela periódica (QuipTabela<sup>2</sup>); (iii) a sugestão de atividades de ensino sobre periodicidade das propriedades dos elementos químicos, utilizando o software e (iv) aplicação das atividades de ensino, na turma de química geral da UFOP, antes do conteúdo ser lecionado para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes.

As atividades de ensino sobre periodicidade das propriedades dos elementos químicos, propostas, aplicadas com o auxílio do software e analisadas foram as seguintes:

1) Crie um gráfico com os valores de raio atômico em função do número atômico para todos os elementos da tabela periódica. Use o eixo das abscissas (x) para o número atômico e o eixo das ordenadas (y) para os valores de raio atômico. Observe o gráfico e responda as seguintes questões: (a) como é a variação do raio atômico no decorrer do segundo, do terceiro e do quarto período da tabela periódica? (b) como é a variação do raio atômico no decorrer da primeira e da segunda coluna da tabela periódica (MORTIMER; MACHADO, 2002)?

2) Crie um gráfico com os valores da massa molar em função do número atômico para todos os elementos da tabela periódica. Use o eixo das abscissas para o número atômico e o eixo das ordenadas para os valores de massa molar. Observe o gráfico e responda as seguintes questões: (a) como é a variação da massa molar ao decorrer do segundo, do terceiro e do quarto período da tabela periódica? (b) como é a variação da massa molar no decorrer da primeira e da segunda coluna da tabela periódica? (c) compare o gráfico obtido nesta atividade, com o obtido na atividade anterior. Qual é a principal diferença entre as duas curvas? Explique.

3) (a) Para você, qual é o significado da palavra periódico? (b) Dê 2 exemplos de fenômenos naturais ou artificiais, que sejam periódicos. E 2 fenômenos que sejam não periódicos. (c) Qual das duas propriedades (raio atômico ou massa molar) pode ser considerada periódica em relação ao número atômico? (d) O que caracteriza essa propriedade como periódica?

- 4) (a) No gráfico da Atividade 1, identifique os elementos químicos correspondentes aos 3 máximos da curva, no intervalo de número atômico de 1 a 25. (b) Eles pertencem a qual grupo da tabela periódica? (c) Verifique os outros máximos desse gráfico. A que grupo eles pertencem? Esse resultado já era esperado? Explique.
- 5) Anote o valor do número atômico dos 3 primeiros máximos da curva da atividade 1. (a) Na forma de desenhos esquemáticos, crie modelos que representem esses átomos. (b) Quantos níveis eletrônicos há em cada um desses átomos? (c) Com base em seus modelos, qual é a ordem crescente dos raios atômicos para esses átomos? (d) Como você representaria (na forma de desenhos esquemáticos) os dois átomos que estão imediatamente após os átomos identificados nesta atividade? (e) Esse resultado está de acordo com o gráfico obtido na atividade 1? (as atividades “d” e “e” não foram aplicadas aos estudantes, pois só foram desenvolvidas após discussão dos resultados).
- 6) Sem verificar quais são os elementos correspondentes aos mínimos do gráfico da Atividade 1, responda: qual(is) deve(m) ser o(s) grupo(s) correspondente(s) aos mínimos, no gráfico da Atividade 1? (Esta pergunta não foi realizada aos estudantes, pois só foi desenvolvida após a atividade ser aplicada).
- 7) (a) Qual(is) é(são) a(s) teoria(s) que consegue(m) explicar as observações realizadas nos itens anteriores? Explique (Esta pergunta não foi realizada aos estudantes, pois só foi desenvolvida a partir das respostas à atividade 5).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *(i) Avaliação dos livros didáticos*

O conteúdo tabela periódica é abordado nos livros didáticos, de ensino médio, de maneira restrita, tratando basicamente das propriedades periódicas dos elementos. Em um dos livros analisados (FELTRE, 2001), observa-se a descrição de alguns fatos históricos, a partir dos quais é estruturado parte do conteúdo. Um dos fatos históricos citados é a proposta de ordenação dos elementos realizada por Dmitri I. Mendeleev, em 1869 (MENDELEEV, 1869). Além de algumas “previsões” sobre propriedades de elementos que viriam a ser descobertos anos depois. Outro marco histórico que o material didático apresenta é, o trabalho realizado por Henry G.J. Moseley, em 1913, na classificação atual dos elementos químicos, de acordo com o número atômico e não mais com a massa atômica (como propunha Mendeleev) (MILLIKAN, 1946 e HAIGH, 1995). Uma característica de destaque do outro material (PERUZZO; CANTO, 2003) é a presença de algumas aplicações práticas dos elementos químicos, o que pode ser interpretado como uma tentativa de aproximação do conteúdo ao cotidiano dos aprendizes.

É importante destacar que nos dois materiais didáticos (FELTRE, 2001 e PERUZZO; CANTO, 2003) há a descrição do que são os períodos e grupos da tabela periódica e suas relações com a configuração eletrônica de cada elemento químico. Além disso, a periodicidade das propriedades dos elementos é discutida ao mostrar como o raio atômico, a eletronegatividade, a densidade e a afinidade eletrônica variam com o crescimento do número atômico. Essa discussão é baseada em gráficos das propriedades e esquemas com desenhos de setas que indicam como é a variação da propriedade em questão (Figura 1).

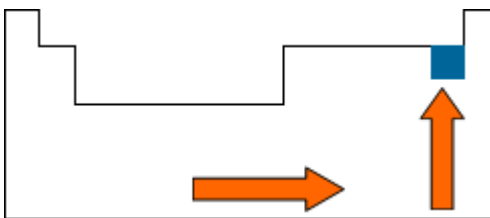


Figura 1. Representação esquemática encontrada em livros didáticos, para a variação da afinidade eletrônica na tabela periódica.

Acredita-se que a utilização destes esquemas (Figura 1), pode induzir os estudantes a fixarem a direção das setas e relacionar com a propriedade periódica. E esse resultado é pouco desejado no processo de ensinar e aprender, fundamentado na construção do conhecimento, pois o estudante não necessita compreender como o esquema foi estruturado, mas apenas, decorá-lo. Para evitar a simples fixação do conteúdo, sugere-se a utilização de gráficos e tabelas para o ensino de periodicidade das propriedades, como alternativa ao uso de esquemas, pois se acredita que o aprendiz poderá ser bastante beneficiado. O estudante ao criar e analisar tabelas e gráficos, a partir do método da tentativa e erro, terá a possibilidade de avaliar criticamente o resultado, o que pode gerar discussões e reflexões, e não apenas aceitá-lo em forma de esquemas, para decorá-lo. O professor tem importante papel no direcionamento das discussões, para que o entendimento do conteúdo seja maximizado.

Ao questionar os 23 alunos da turma de química geral, sobre a principal recordação sobre o conteúdo tabela periódica estudado no ensino médio, eles indicaram a periodicidade das propriedades dos elementos químicos, mas mostraram esquemas de setas semelhantes ao apresentado na Figura 1 como a principal forma de recordar o conteúdo. Esse resultado sugere que os estudantes decoraram o conteúdo para obter aprovação na escola e no vestibular, possivelmente perdendo a oportunidade de aprender os conceitos relacionados ao estudo da tabela periódica.

Utilizando a metodologia proposta nos materiais didáticos analisados, pode-se notar que possivelmente os estudantes terão dificuldades em relacionar esse conteúdo com outros, além da dificuldade em compreender a lógica do conteúdo. Segundo Wartha e Faljoni-Alário (2005), os livros didáticos são os principais materiais norteadores de práticas pedagógicas de muitos professores. Além de ser de grande importância para o ensino, pois apresenta aspectos que podem reproduzir valores da sociedade em relação à sua visão sobre ciência (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005) e também devido a sua capacidade em homogeneizar os conceitos, conteúdos e metodologias educacionais (LAJOLO, 1996). Sendo assim, acredita-se que os livros didáticos analisados neste trabalho podem gerar deficiências e pouca expressividade no ensino, acarretando falta de interesse dos estudantes ao estudar o conteúdo em questão.

Como material complementar aos livros didáticos, sugere-se a utilização de atividades de ensino utilizando o software QuipTabela (MEDEIROS, 2009), para uma possível abordagem mais significativa de periodicidade e temas afins.

*(ii) Análise de um software para o ensino de tabela periódica*

O software analisado (Figura 2) lista mais de trinta informações sobre cada um dos elementos. A partir das quais, é possível a criação de dezenas de tabelas e gráficos que correlacionam as propriedades dos elementos químicos.

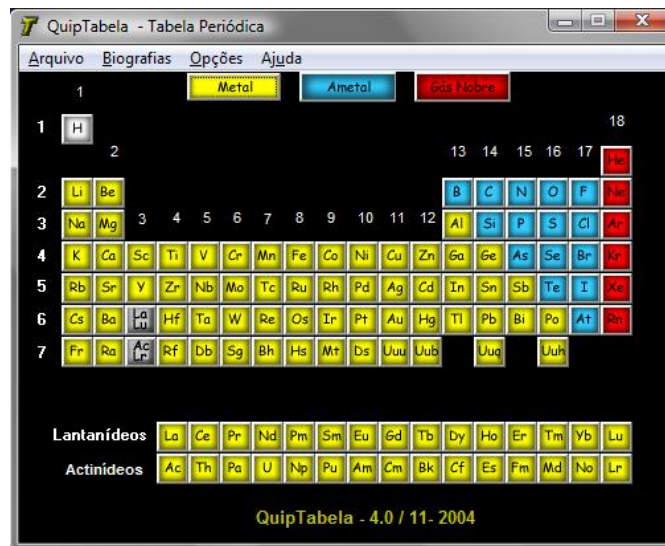


Figura 2. Tela inicial do software QuipTabela.

Acredita-se que os estudantes podem minimizar a associação da variação das propriedades dos elementos com os esquemas gráficos (Figura 1), a partir da criação e interpretação de gráficos e tabelas que correlacionam tais propriedades. E isso, possivelmente, pode ser alcançado utilizando o software QuipTabela. O software analisado oferece seções (“Ordenação” e “Comparação”) que tornam possível essa correlação de propriedades, pois os elementos químicos podem ser ordenados de acordo com qualquer propriedade físico-química associada ao elemento ou ao átomo (massa molar, temperatura de fusão, de ebulição, densidade, eletronegatividade, energia de ionização, raio atômico, condutividade térmica, resistividade elétrica, afinidade eletrônica, volume molar, calor específico, calor de fusão e carga nuclear efetiva) disponibilizada no banco de dados do software. A presença de filtros que delimitam valores torna as tabelas mais claras e objetivas, facilitando a comparação dos dados. A criação e análise de tabelas, pelos estudantes, possibilita ao professor a realização de perguntas como: “*qual é a dependência da propriedade listada em relação ao número atômico?*”; “*há alguma variação que se manifeste de maneira periódica?*” (EICHLER; DEL PINO, 2000). Através dessas e de outras perguntas (“*qual é a dependência da propriedade listada em relação à massa molar?*” “*há alguma semelhança entre esta dependência e a demonstrada para o número atômico?*” “*qual é a relação entre a massa molar e o número atômico?*”), acredita-se que o professor poderá ter noção da direção da aquisição do conhecimento pelo aprendiz e interferir, caso necessário, para que o aluno prossiga rumo ao desenvolvimento cognitivo. É importante perceber que o conhecimento é fruto da aprendizagem, e não apenas um produto acabado, ou seja, ele é muito dependente do caminho percorrido.

O software permite ainda a criação de dezenas de gráficos, que correlacionam todas as propriedades físico-químicas dos elementos, presentes em sua base de dados. Acredita-se que ao construir e analisar gráficos, os estudantes podem desenvolver a habilidade de interpretação gráfica de dados, permitindo uma compreensão mais ampla do conceito em questão.

O conteúdo periodicidade pode ser melhor consolidado ao interpretar gráficos, pois a variação, por exemplo, do raio atômico em função do número atômico será melhor

visualizada ao criar o gráfico e analisá-lo período por período e grupo por grupo da tabela periódica.

A utilização do QuipTabela para a realização das atividades aqui propostas é uma sugestão, pois o software agrega dezenas de propriedades dos elementos químicos e permite a criação fácil e rápida de tabelas e gráficos. Além de auxiliar na comparação dos dados. Entretanto, é importante destacar que as mesmas habilidades (criação e interpretação de gráficos e tabelas) poderiam ser trabalhadas sem nenhum ou com os mínimos recursos de informática, pois as tabelas poderiam ser feitas a partir de dados impressos e os gráficos, por sua vez, serem plotados em papel milimetrado.

O software permite ainda a discussão de fatos históricos referentes a cada elemento químico e também a cada grupo (família) da tabela periódica, mostrando características que revelam como os elementos foram listados na ordem em que eles se encontram atualmente. Além disso, pode-se encontrar uma seção que descreve, para cada elemento, a sua origem na natureza e algumas aplicações práticas. É possível encontrar também outras funcionalidades no software, que podem auxiliar no processo de ensinar e aprender tabela periódica, tais como: (i) histórico da movimentação do usuário, que pode ser útil para traçar o percurso, por exemplo, que um estudante faz para encontrar uma determinada informação, ou até mesmo resolver uma atividade proposta pelo professor; (ii) expansão do corpo da tabela periódica para a entrada dos elementos de transição interna; ou ainda (iii) identificação dos elementos químicos, no próprio corpo da tabela periódica, através de algumas propriedades, tais como, estados físicos, configuração eletrônica, classe ou grupo.

### *(iii) Desenvolvimento e aplicação de atividades de ensino*

Os livros didáticos mais citados pelos estudantes (FELTRE, 2001 e PERUZZO; CANTO, 2003) mostraram uma abordagem deficiente e pouco significativa para a aquisição de conceitos que podem ser de grande importância para o aprendizado de tabela periódica, principalmente, periodicidade das propriedades dos elementos químicos. Sendo assim, desenvolveu-se atividade de ensino sobre periodicidade das propriedades dos elementos químicos, buscando: (i) dar significado ao termo periódico, mostrando como fenômenos presentes no cotidiano das pessoas podem ser classificados como periódicos ou não periódicos; (ii) suprir a ausência, nos livros didáticos de ensino médio, do tratamento de periodicidade a partir da criação e análise de tabelas e gráficos e (iii) utilizar recursos de informática como estratégia para auxiliar e atingir o objetivo principal, a aprendizagem do conteúdo.

Acredita-se que dessa maneira o estudante pode adquirir mais conhecimento em torno do assunto periodicidade e tabela periódica, não se restringindo apenas a decorar como uma determinada propriedade varia em função do número atômico. Isso é esperado para que o aprendiz consiga correlacionar o conhecimento adquirido com os fatos e fenômenos que ocorreram para propiciar a organização dos elementos químicos na ordem em que é mostrada na tabela periódica atual. Ao zelar pela aquisição do conhecimento, não permitindo que ele seja apenas decorado, busca-se ampliar a visão do estudante para o mundo no qual ele vive e participa ativamente.

O emprego das atividades de ensino foi realizado em um laboratório de informática, com um computador por estudante, em uma turma de química geral, do primeiro período do curso de Ciências Biológicas, na Universidade Federal de Ouro Preto, no estado de Minas Gerais. O professor da turma acompanhou as atividades, mas em nenhum momento ele respondeu/resolveu questões da atividade proposta. Sempre que era solicitado, ele

procurava direcionar as questões para os outros estudantes, para que eles mesmos desenvolvessem as respostas. Essa proposta de trabalho foi aplicada em duas aulas de cinquenta minutos.

*(iv) Avaliação das atividades de ensino*

A escolha da turma (turma de química geral do primeiro período do curso de Ciências Biológicas), na qual a atividade foi aplicada, fundamentou-se no fato dos estudantes já terem acabado o Ensino Médio e terem prestado vestibular, com aprovação em uma universidade federal. Sendo assim, esperou-se que os estudantes apresentassem uma bagagem de conhecimento maior do que um estudante normal de ensino médio.

Ao introduzir o conteúdo periodicidade das propriedades dos elementos químicos, aos estudantes, notou-se um grande interesse pelo conteúdo, que foi aplicado a 23 alunos da turma. A seguir serão mostradas e discutidas as principais observações realizadas, a partir dos resultados exibidos pelos estudantes, para as atividades de ensino.

Ao solicitar que os estudantes realizassem a **atividade 1**, pode-se perceber que alguns estudantes (26%) apresentaram alguma dificuldade em criar o gráfico de raio atômico em função do número atômico. As principais dificuldades foram em relacionar os eixos x e y com os eixos cartesianos. Ou seja, esses estudantes relacionaram, principalmente, o eixo das abscissas com y e ordenadas com x. No momento da interpretação do gráfico, os estudantes apresentaram dificuldade em analisá-lo.

Ao realizar as perguntas: “*como é a variação do raio atômico no decorrer do segundo, do terceiro e do quarto período da tabela periódica?*” e “*como é a variação do raio atômico no decorrer da primeira e da segunda coluna da tabela periódica?*”, 70% dos estudantes responderam como era de se esperar, ou seja, que o raio atômico diminuía em um mesmo período (com o aumento do número atômico), mas ao aumentar o número de camadas eletrônicas, o raio atômico aumentava, e isso era periódico, ou seja, varia de período a período da tabela periódica. Os outros alunos (30%) não souberam responder, ou responderam de maneira equivocada, possivelmente pela interpretação do gráfico traçado de maneira não usual.

Ao analisar os resultados da **atividade 2**, pode-se perceber que os estudantes mostraram os mesmos problemas que na realização da atividade 1, ou seja, eles tiveram dificuldades em traçar o gráfico de massa molar em função de número atômico, mas a interpretação do gráfico foi satisfatória. Todos os estudantes que desenharam o gráfico (78%) souberam responder que a massa molar tende a aumentar com a elevação do número atômico e isso ocorre tanto no decorrer dos períodos como das colunas da tabela periódica.

Ao solicitar que os estudantes comparassem os gráficos obtidos na **atividade 1** e **atividade 2**, percebeu-se que apenas 43% dos estudantes souberam identificar a variação periódica do raio atômico e o aumento da massa molar com o aumento do número atômico. O trecho transcrito, a seguir, exemplifica essa situação.

*“A massa, normalmente, aumenta com o aumento do número atômico, diferentemente do raio atômico, no qual há uma variação periódica.”*

Os outros estudantes (57%) ficaram divididos em: os que não responderam (35%) e os que apresentaram conflitos conceituais, não sabendo diferenciar os dois gráficos (22%). O trecho transcrito, a seguir, deixa claro essa situação de desordem conceitual.



*“A massa molar aumenta de acordo com o número atômico, já o raio atômico diminui com o aumento do número atômico, com duas exceções, os elementos lítio e sódio (...) que têm números atômicos tão grandes”.*

Ao questionar os estudantes sobre o significado da palavra periódico, apenas 9% dos estudantes não responderam. Todos os outros responderam ser algo que se repete com regularidade. Os trechos transcritos a seguir exemplificam o pensamento da grande maioria dos estudantes (91%).

*“Periódico significa alternância, repetições no decorrer de algo”.  
”Um fenômeno periódico é aquele que se inicia e termina com repetição e regularidade”.*

Os exemplos mais comuns de fenômenos periódicos, lembrados pelos estudantes foram: estações do ano, em relação aos meses; olimpíadas e copa do mundo, em relação aos anos. Já para fenômenos não periódicos, os estudantes citaram: acidentes de carro, tempestades, conclave para a escolha do papa e doenças, todas em relação ao tempo.

Os estudantes ao serem questionados sobre qual das duas propriedades (raio atômico ou massa molar) poderia ser considerada periódica em relação ao número atômico, responderam (43%) que o raio atômico era periódico em relação ao número atômico. A resposta ao questionamento foi correto, entretanto menos da metade dos estudantes (43%) souberam relacionar o conhecimento do termo periódico com a interpretação de gráficos das propriedades dos elementos químicos. A relação de massa molar com o termo periódico foi resposta de 40%, reafirmando a dificuldade em relacionar os conceitos e a prática (interpretação de gráficos e busca mental de conceitos prévios). Já os outros estudantes (17%) não responderam a questão.

Acredita-se que a maioria entre os estudantes que não souberam relacionar a periodicidade com a variação do raio atômico ou massa molar, em função do número atômico (57%), possivelmente responderia corretamente a dependência da propriedade, caso não fosse necessário interpretar os gráficos, pois em algum momento da sua vida escolar, esses estudantes tiveram que decorar (através de desenhos esquemáticos, Figura 1) a variação. Essa observação é fundamentada na resposta dos estudantes ao serem questionados sobre a principal recordação, em relação ao conteúdo tabela periódica, estudado no ensino médio. Os estudantes indicaram a periodicidade como sendo o principal conceito recordado, mas associaram aos esquemas com setas indicativas da direção da variação da propriedade.

Os estudantes ao realizarem a atividade 4 “a” e “b” (identificação dos três elementos representados pelos primeiros máximos no gráfico do raio atômico – lítio, sódio e potássio), mostraram que eles conseguiram verificar os elementos e associá-los ao grupo 1 da tabela periódica. Entretanto, apenas 43% dos estudantes relatou o resultado como esperado (os mesmos estudantes que identificaram e descreveram a periodicidade, na atividade 3c), alegando que os elementos do grupo 1 apresentam menos elétrons na camada de valência, o que propicia a eles menor força de atração entre o núcleo e a última camada eletrônica do átomo. Estes estudantes também foram capazes de prever os outros elementos do grupo 1 (rubídio, célio e frâncio), a partir dos dados do gráfico. O trecho transcrito a seguir demonstra esse pensamento.

*“Quanto maior o número de camadas, maior será o raio atômico. E quanto menor for a quantidade de elétrons, para elementos de um mesmo período da tabela periódica, menor será a força de atração do núcleo do átomo com a última camada de elétrons, logo, maior será o raio atômico”.*

Os outros 57% dos estudantes, que não esperavam o resultado, não souberam ou não quiseram responder, deixando a questão sem resposta. Esse resultado mostrou que a maioria dos estudantes (57%) apresenta dificuldade em compreender em nível microscópico o conteúdo. E isso, segundo Johnstone (2000) é a maior fraqueza da nossa disciplina (o estudante tentar aprender em nível microscópico), mas também pode ser o grande diferencial, quando tratada como atividade intelectual.

A atividade 5 é semelhante à atividade 4, entretanto foi solicitado que os estudantes fizessem desenhos que fossem representações concretas para os átomos aos quais eles associavam aos elementos (lítio, sódio e potássio – os três primeiros elementos com maior raio atômico). A partir desses modelos, verificou-se que os estudantes associam o átomo, principalmente, ao modelo atômico de Bohr, pois todos os alunos (que demonstraram o modelo – 78%) desenharam o modelo planetário, com núcleo central e elétrons girando em órbitas definidas, em torno desse núcleo. Além disso, observou-se que todos os estudantes (78%) também souberam desenhar os modelos de átomos na sequência crescente esperada (átomo de Li, Na e K). A Figura 3 exhibe o modelo proposto por um estudante (e resume a resposta de todos aqueles que fizeram a atividade) para explicar a diferença do raio atômico dos três elementos (Li, Na e K).

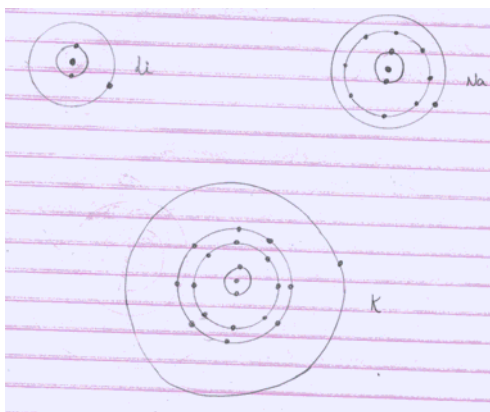


Figura 3. Representação esquemática dos átomos de lítio (Li), sódio (Na) e potássio (K), criada por um estudante.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, percebeu-se que os livros didáticos de ensino médio, que foram utilizados pelos estudantes da disciplina de química geral da UFOP, apresentam algumas deficiências, pois zelam por fornecer conceitos prontos (desenhos e esquemas para decorar alguns conceitos). Além disso, foi possível observar, através das atividades de ensino, que os estudantes, que acabaram de entrar em uma universidade federal, apresentam dificuldade no conteúdo, principalmente, alguns erros conceituais. Os alunos da disciplina de química geral (91%), embora soubessem o significado do termo periódico, não souberam relacionar ao conteúdo periodicidade das propriedades dos elementos. Isso foi verificado ao constatar

que 57% dos estudantes, embora soubessem o que é periódico, não sabiam classificar e explicar a variação do raio atômico e/ou da massa molar com o número atômico do elemento.

Apenas 43% dos alunos da disciplina souberam relacionar o conceito de raio atômico com as propriedades dos átomos, e também conseguiram identificar e criar desenhos esquemáticos para os átomos de Li, Na e K, para explicar as diferenças de tamanho e posição na tabela periódica.

A utilização de um software educativo foi bem aceita pelos estudantes e serviu como importante ferramenta para introduzir o conceito de periodicidade das propriedades dos elementos, pois tornou possível a criação de tabelas e gráficos (praticamente, de forma instantânea), facilitando a análise e a interpretação do comportamento das propriedades, ao longo da tabela periódica.

## NOTAS

1. UFOP – Campus localizado na cidade de Ouro Preto, MG.
2. O software QuipTabela pode ser encontrado na Internet, no endereço: <http://www.qui.ufmg.br/~quipad/ino/programas/quipta4.01-full.exe>.

## REFERÊNCIAS

BETTIO, R.W., MARTINS, A. **Objetos de aprendizado: um novo modelo direcionado ao ensino a distância.** Disponível em: <<http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938>>. Acessado em: 23 de março de 2009.

CARUSO, F.; OGURI, V. A Eterna Busca do Indivisível: do Átomo Filosófico aos Quarks e Léptons, **Química Nova**, v. 20, p. 324-334, 1997.

EICHLER, M.; DEL PINO J.C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica, **Química Nova**, v.23, n.6, 835 – 840, 2000.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química.** Vol. Único, 3ª edição. São Paulo: Ed. Moderna, 2001 (**Livro 1**).

FERNANDEZ, C., MARCONDES, M.E.R. Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química, **Química Nova na Escola**, n. 24, p.20-24, 2006.

GALAGOVSKY, L., GIACOMO, M.A., CASTELO, V. Modelos vx. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n.1, p.1-22, 2009.

HAIGH, C. W. The Theory of Atomic Spectroscopy: jj Coupling, Intermediate Coupling, and Configuration Interaction, **Journal Chemical Education**, v.72, p.206-210, 1995.

JOHNSTONE, A.H. Teaching of chemistry – logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1. p. 9-15, 2000.

LAJOLO, M.P. Livro didático: Um (quase) manual de ensino. **Em Aberto**, v.16, nº69, p. 40-49, 1996.

MEDEIROS, M.A. A informática no ensino de química: análise de um software para o ensino de Tabela Periódica. **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Curitiba, Brasil, 2008.

MEDEIROS, M.A. **QuipTabela 4.01**. Disponível em: <http://www.qui.ufmg.br/~quipad/ino/programas/quipta4.01-full.exe>. Acesso em 12 de março de 2009.

MELO Fº, J. M. M.; FARIA, R. B. 120 Anos da Classificação Periódica dos Elementos, **Química Nova**, v.13, p. 53-58, 1990.

MENDELEEV, D. I. Ueber die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente, **Zeitschrift für Chemie**, v.12, p.405-406, 1869.

MENDELEEV, D.I. **The Principles of Chemistry**, Nova Iorque: P.F. Collier and Son, 1901.

MILLIKAN, R. A. **Electrons (+ and -), Protons, Neutrons, Mesotrons and Cosmic Rays**. Chicago: University of Chicago, 1946.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química para o ensino médio**. 1ª edição. São Paulo: Editora Scipione, 2002.

PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L. **Química – na abordagem do cotidiano**. Vol. 1, 3ª edição. São Paulo: Ed. Moderna, 2003. **(Livro 2)**

SOUZA, K.A.F.D., CARDOSO, A.A. Aspectos macro e microscópicos do conceito equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula, **Química Nova na Escola**, n.27, p. 51-56, 2008.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO R.C. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20, p. 103-117, 1997.

WARTHA, E.J., FALJONI-ALÁRIO, A. A Contextualização no Ensino de Química através do Livro didático. **Química Nova na Escola**, nº 22. p. 42-47, 2005.

WEEKS, M. E. **Discovery of the Elements**; 7ª ed. Ann Arbor: Umi Research Press, 1968. De acordo com a norma da NBR 6023:2000, fonte Times New Roman 12, Espaço Simples.