

De pesos atômicos a outros conceitos: o que sabem os ingressantes de um curso de licenciatura em Química?

From atomic weights to other concepts: what do the entering students of a degree in Chemistry know?

Cristiane Salgado Mendes

Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia
crika.mendes@yahoo.com.br

Jussigueli Maranhão

Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia
jussi.maranhão@hotmail.com

Maria Stela Gondim

Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia
stelagondim@yahoo.com.br

Resumo

Neste trabalho analisamos os diálogos estabelecidos por estudantes ingressantes de um curso de licenciatura em Química, ao responderem na plataforma MOODLE à questão “Como você imagina que era medido o peso atômico dos elementos antigamente? Tente descrever”. A análise dos diálogos dos estudantes nos conduziu a elencar as categorias: entendimento do que sejam os constituintes da matéria, suas propriedades e caracterização; entendimento da determinação do peso atômico e do elemento de referência; a-historicidade e descontextualização. Percebemos que estes licenciandos demonstram fragilidade na formação de conceitos científicos relativos à constituição da matéria e acreditamos que a inserção da história da ciência pode auxiliar na formação destes conceitos.

Palavras-chave: formação de conceitos, peso atômico, estudantes de Química

Abstract

In this paper, we analyzed the dialogs established by entering students of a degree in Chemistry, in responding at the MOODLE platform the question: "How do you imagine was measured the atomic weight of the elements before? Try to describe." The analysis of students' dialogues led us to rank the categories: understanding of what are the constituents of matter, its properties and characterization; understanding of the determination of atomic weight and the reference element, a-historicity and decontextualization. We realize that these undergraduates demonstrate fragility in the

formation of scientific concepts related to the constitution of matter, and we believe that the inclusion of the history of science can assist in the formation of these concepts.

Key words: concepts' formation, atomic weight, Chemistry's students.

Introdução

Uma das metas de ensino e aprendizagem na área de Ciências da Natureza recomendada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais é saber utilizar conceitos científicos. Para Teixeira (2006, p. 125), “a noção de conceitos tem sido proposta como uma rede flexível de conhecimentos articulados, um conjunto de informações conectadas que permitem descrever, prever e explicar as causas dos fenômenos.” Dessa forma, cada conceito é formado a partir da relação entre outros conceitos já existentes, o que torna o processo de aquisição de conceitos pessoal, idiossincrático, de acordo com as relações estabelecidas pelo sujeito.

“Conhecer não é apenas reter temporariamente uma multidão de noções anedóticas ou enciclopédicas (...). Saber significa, primeiro, ser capaz de utilizar o que se aprendeu, mobilizá-lo para resolver um problema ou aclarar uma situação”. Assim colocam Giordan e Vecchi (1996 apud PEDRANCINI et al., 2007, p. 301), ao que Mortimer (1996) ressalta que o saber científico transmitido na escola é, muitas vezes, esquecido rapidamente, sendo que as ideias alternativas e de senso comum ainda prevalecem, mesmo em estudantes de ensino superior. O que percebemos é que os conhecimentos científicos aprendidos na escola não são apropriados pelos estudantes de forma que eles possam extrapolar as situações de ensino, tornando-se conceitos.

Faz-se importante também notar a distinção entre os conceitos utilizados no dia a dia (senso comum) dos conceitos científicos. Enquanto aqueles expressam informações sobre o que é observável na natureza, este fornece informações sobre não apenas o que acontece, mas também sobre um modelo explicativo, do qual se obtém explicações do como e porque acontece.

Segundo Kohl,

a ciência trabalha com a construção de categorias formalizadas, de organização de seus objetos e com processos deliberados de generalização, buscando leis e princípios universais, estruturados em sistemas teóricos com clara articulação interna. (...) a esfera da ciência é claramente diferente da esfera da vida cotidiana e do senso comum, na medida em que se afasta do que é particular, contextualizado, referente à experiência individual e às necessidades imediatas. (1999, apud AGUIAR Jr., LIMA; MARTINS, 2005, p. 3).

Nessa perspectiva, o conceito científico é considerado uma compactação, uma síntese de informações e significados envolvendo modelos explicativos daquele fator.

Torna-se assim, papel do professor verificar se os conceitos aprendidos pelos estudantes estão sendo usados no sentido correto, com compreensão das inter-relações envolvidas, e dos modelos explicativos necessários, uma vez que, conforme Aguiar Jr., Lima e Martins (2005), muitas vezes os estudantes empregam alguns termos com desenvoltura, porém o sentido atribuído à palavra não corresponde ao significado científico.

Conceitos relativos à constituição da matéria são abordados inicialmente na educação básica. Porém, estudantes que ingressam em cursos superiores de Química são inseridos

novamente no estudo destes conceitos em disciplinas normalmente denominadas Química Geral ou Iniciação em Química. Dentre os conteúdos químicos abordados nesta disciplina, está o estudo da tabela periódica – a organização dos elementos – e propriedades periódicas. A compreensão do processo histórico envolvido na organização dos elementos passa pela compreensão de pesos atômicos. Igualmente, acreditamos que a formação do conceito de peso (massa) atômico possa ser melhor estabelecida se esta relacionar-se com aspectos históricos da evolução dos conceitos químicos. Neste sentido, surgiu o questionamento sobre qual seria a compreensão que os estudantes ingressantes de um curso de licenciatura em Química da disciplina Iniciação em Química 1 teriam sobre como o peso atômico dos elementos era determinado nos tempos de outrora. A partir deste questionamento, inserimos a seguinte questão aos estudantes em um fórum de discussão da plataforma MOODLE: “Como você imagina que era medido o peso atômico dos elementos antigamente? Tente descrever”. Neste trabalho, analisamos as respostas obtidas por estes como forma de compreender os conceitos adquiridos em sua formação básica e auxiliar professores e estudantes em sua tarefa de ensinar e aprender Química.

Do hidrogênio ao carbono: a determinação do peso atômico dos elementos

No ano de 2009, a Comissão sobre Pesos Atômicos da União de Química Pura e Aplicada – IUPAC – passou a expressar a massa atômica relativa (ou peso atômico, termo recomendado pela IUPAC) de elementos como o hidrogênio, lítio, boro, carbono, nitrogênio, oxigênio, silício, enxofre, cloro e tálio, dentro de intervalos, indicando a natureza não constante destas, sendo que haveria um valor convencional que poderia ser usado na indústria, para cálculos básicos, e no ensino (ROCHA-FILHO; CHAGAS, 2011). Esta decisão foi tomada porque a comissão compreendeu que para determinados elementos a sua composição varia de acordo com a origem de sua amostra. A partir desta decisão, subentende-se que a determinação de pesos atômicos dos elementos não foi algo tão trivial na ciência e foi fruto de polêmicas.

No século XIX, a interpretação de fatos ou ausência de evidências para a existência do átomo ou mesmo a metodologia científica e a epistemologia envolveu crises na comunidade científica (OKI, 2009). Isto também implicaria na determinação do peso atômico. Nesta época, como não era possível determinar as massas absolutas dos átomos, utilizava-se a massa relativa (peso atômico) e, para tanto, era necessário um elemento de referência.

Em 1803, para a determinação dos pesos atômicos conforme as leis ponderais das combinações químicas, Dalton utilizou um elemento de referência padrão – o hidrogênio – ao qual atribuiu peso unitário, e realizou vários experimentos de reação química para a formação do composto com este elemento e outros que se queria determinar o peso atômico. Considerando válida a Lei das Proporções Definidas de Proust, a análise do composto levaria à relação ponderal entre os seus componentes e, assim, à determinação do valor do peso atômico desejado a partir de cálculos simples envolvendo a fórmula do composto formado (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 1994). As teorias de Dalton tiveram problemas de aceitação e também de conceitos, como não diferenciar molécula de átomo. Avogadro, partindo de resultados experimentais obtidos por Gay-Lussac, estimou a proporção de átomos nos compostos, sugerindo que substâncias simples fossem formadas por moléculas poliatômicas.

Em 1814, Berzelius propôs que o oxigênio fosse considerado o padrão, devido aos inúmeros compostos que poderiam ser formados com este, o que não ocorria com o hidrogênio. Além disso, era relativamente difícil obter o hidrogênio em alto teor de pureza. Entretanto, o hidrogênio continuou a ser referência.

Devido à imprecisão de métodos experimentais e aos diferentes referenciais adotados, os valores de pesos atômicos nem sempre concordavam. Somente no Congresso de Karlsruhe, em 1860, em que se reuniram químicos de vários países e a hipótese de Avogadro foi aceita, é que se obtiveram consensos sobre as divergências atomistas e equivalentistas e sobre os conceitos de átomo e molécula (OKI, 2009; TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 1994). A partir daí, vários pesos atômicos foram determinados e, com a teoria da valência e a postulação de que os átomos possuíam capacidade de combinação definida e limitada, foi possível a elaboração da primeira tabela periódica dos elementos.

Isótopos – mesmo número atômico e diferente número de massa –, foram descobertos apenas muito tempo depois do surgimento da Teoria Atômica e o conceito de massa atômica relativa de um elemento (peso atômico) foi estimado e firmado com o uso da espectrometria de massa por meio de fração de mols de seus isótopos (ROCHA-FILHO; CHAGAS, 2011). Com a descoberta dos isótopos do oxigênio, físicos trabalhavam com o oxigênio de peso atômico 16, que era uma referência por volta de 1930 e possuía três isótopos, e os químicos mantiveram esta referência para a mistura isotópica natural - ^{16}O - 99,76%, ^{17}O - 0,04% e ^{18}O - 0,20%.

Buscando a unificação das escalas de massa atômica, a IUPAC e a IUPAP – União Internacional de Física Pura e Aplicada – escolheram o nuclídeo carbono 12 como referência padrão de massa atômica. Sendo assim, a partir de 1962, a IUPAC definiu o peso atômico de um elemento como a razão entre a massa média por átomo do elemento e 1/12 da massa de um átomo de ^{12}C (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 1994).

A descrição da atividade e suas implicações metodológicas

Uma das estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas na disciplina Iniciação em Química I no ano letivo de 2011 foi a utilização da plataforma MOODLE. Nesta plataforma eram inseridas tarefas, vídeos, simulações computacionais, leituras complementares, fóruns de discussão e outras ferramentas. No momento de sala de aula, para o ensino da organização dos elementos, realizamos a exibição do primeiro episódio de um documentário sobre a origem dos elementos produzido pela BBC – British Broadcasting Corporation –, denominado “Química: uma história volátil”. Após assistir ao vídeo e discutirmos sobre ele, fizemos o questionamento já supracitado aos estudantes. Eles foram orientados a responder a questão no fórum de discussão aberto e o acesso foi realizado durante todo o período letivo. Dezoito alunos participaram do fórum de discussão.

Utilizamos a análise de conteúdo (BARDIN, 1977) para compreendermos o corpus geral de análise referente aos conceitos e definições colocados pelos estudantes sobre a constituição da matéria. Os resultados e a análise da atividade realizada englobam as falas dos estudantes nos diálogos estabelecidos entre si e com o professor-pesquisador nas 51 postagens no MOODLE. A reprodução destas falas neste trabalho foi feita a partir da ferramenta “copiar”, portanto, não houve as correções gramatical e ortográfica.

Os diálogos estabelecidos: desconstruindo conceitos?

A análise dos diálogos dos estudantes nos conduziu a elencar as categorias: entendimento do que sejam os constituintes da matéria, suas propriedades e caracterização; entendimento da determinação do peso atômico e do elemento de referência; a-historicidade e descontextualização.

Purificar o átomo? Pesá-lo individualmente?

Um dos diálogos mais intrigantes dos estudantes referia-se à possibilidade de purificação do átomo e determinação de sua massa individual. Segundo Eichler e del Pino (2000), a partir do átomo, uma discussão sobre a classificação periódica dos elementos se torna incisiva, sendo que as propriedades de cada elemento, como massa atômica, número atômico, densidade, raio atômico, dentre outros, será uma atribuição sequencial de novos conceitos, mas é necessário que conheçamos o entendimento verdadeiro do aluno. No documentário apresentado, o narrador menciona a necessidade de se determinar os pesos atômicos e se obter elementos mais puros (substâncias simples) para este fim, mas não esclarece como esta determinação era realizada. O diálogo estabelecido entre os dois estudantes a seguir demonstram a não-aquisição dos conceitos de átomo, substâncias simples (elemento) e composta e material. Percebemos também a dificuldade em se estabelecer como realizar a separação de substâncias. Como afirmam Pedrancini et al. (2007), a apropriação da palavra não significa a apropriação do conceito, como mostram as falas seguintes.

Estudante 1: Então até onde eu entendi do filme os cientistas tentavam purificar o máximo o átomo para sim fazer a medida do seu peso atômico [...].

Estudante 2: [o átomo é purificado] Creio que por um meio que conhecemos bem, a destilação. Pois um vários átomos de água podem ser purificados por meio dessa técnica.

Conforme González Rey (1997 apud TUNES; TACCA; BARTHOLO Jr., 2005), a significação e a relação de conteúdos de maneira dinamicamente complexa são criadas pelo convívio e a experiência interpessoal. Neste sentido, percebemos a interação entre os estudantes que parecem reelaborar a questão da purificação do átomo.

Estudante 3: acontece então que não se está purificando átomos...se nem mesmo é possível vizualizá-los como seria então possível purificá-los?...e creio que não necessitaria purificar uma substância se esta é formada apenas por certo e específico tipo de arranjo atômico, então ela já está pura....desconsiderando as interferências do meio né...um exemplo foi o que agnt viu na prática de purificação da cafeína...imaginemos se tivéssemos conseguido a cafeína pura...e ai, seria possível purificar seu átomo também?seria necessário? ao meu ver, não.

Estudante 4: Acho que purificar uma átomo não é possível, mas o que eles faziam era tentar extrair das substancias as suas menores unidades, ou seja, o elemento químico. E a partir desses elementos realizar um estudo melhor sobre suas propriedades e comparar com parametros existentes.

O conceito de elemento químico ainda é colocado de forma incorreta cientificamente pelo estudante 4, o que também foi observado nas respostas de outros estudantes. Para Tunes et al. (1989), existem vários equívocos na conceituação de elemento químico em nosso país devido ao uso de traduções da língua inglesa. Elemento químico, para estes

pesquisadores, é um tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico, enquanto elemento pode ser usado também para se falar em substância simples.

A ideia de se visualizar o átomo e se determinar a sua massa individual é mencionada por alguns estudantes, ao citarem uma nanobalança que pode ser usada para este fim.

Estudante 1: No começo do semestre foi mostrado para nós alguns videos sobre os átomos, neles mostravam que os cientistas purificavam e filtravam as substâncias para se obter o seu peso atômico [...].

Estudante 5: Já que naquela época era impossivel pesar átomos individuais [...].

Estudante 6: Sim,segundo pesquisas,foi a partir de 1960 que se foi possivel visualizar atomos individualmente.Hoje em dia temos como instrumento a Nanobalança que pode ser usada ate mesmo para detectar minusculas quantidades de massa.

Loguércio e Del Pino (2009), ao analisarem livros didáticos de Química, encontraram imagens que levam à ideia de se determinar a massa de átomos individuais e à visualização dos átomos e observaram que as mesmas, que dificultam a aprendizagem abstrata de conceitos científicos, são muito recorrentes nos conceitos de estrutura atômica. Como o livro didático é referência no ensino, isto pode ter influenciado a aprendizagem destes alunos.

Usar um padrão para quê e por quê?

No século XIX, Dalton atribuiu peso unitário a um elemento de referência padrão – o hidrogênio – e se utilizou disto e da tabela proposta por Lavoisier, com 33 elementos, para suas determinações de pesos atômicos. Dalton utilizava do termo “última partícula” para se referir tanto aos átomos quanto às moléculas, mas havia dificuldades em assumir o número de átomos de cada elemento envolvido na combinação. Desta forma, ele considerou que átomos combinados teriam maior estabilidade quando em menor número (OKI, 2009). A questão do uso de uma referência para se determinar o peso atômico foi mencionada pelos estudantes, porém a compreensão de que esta era uma escolha arbitrária parece não estar clara.

Estudante 7: Estudante 1, estudante 11, concordo com vcs, o átomo de hidrogênio é referência em tudo. E com base nisso temos a certeza que ele coperou muito para os pesos atômicos! E a nanobalança é um avanço!

Estudante 8: Eles tinham que pegar algo como referência. Para isso, utilizaram o átomo de hidrogênio, pois o peso deste é igual a 1, daí ficaria mais fácil observar quantas vezes um átomo de qualquer elemento é mais pesado que um átomo de hidrogênio. [...]. Daí surge a pergunta: mas como concluíram que o átomo de hidrogênio tinha como peso atômico o número 1? Uma unidade? Provavelmente, em comparação com os demais, puderam observar que este, era mais leve que os demais.

Estudante 9: O peso atômico do hidrogênio é tomado como sendo a unidade, pois o hidrogênio tem o seu peso atômico que é igual a 1, por isso eles tomam com base o hidrogênio.

Estudante 4: Como foi falado pelos outros colegas, acredito que a medida do peso atômico feita antigamente era sempre utilizado como parametro o elemento hidrogênio por se conhecer um pouco mais as suas propriedades. Mas existiam

também todas aquelas técnicas e aparelhos rudimentares, onde eles os utilizavam para conseguir purificar, extrair e realizar estudos sobre os elementos químicos conhecidos na época.

Inferimos também que não se compreende a necessidade da utilização de um elemento padrão, que eram realizadas reações químicas entre este padrão e outro elemento para a formação de uma substância composta e que suas massas eram determinadas antes e após a reação em questão.

Prótons anteriormente a peso atômico?

Concordamos com Aguiar Jr., Lima e Martins (2005) ao criticarem a prática de ensino centralizada em definições, alguns exemplos e exercícios de fixação, pois parece-nos que os estudantes memorizaram (erroneamente) uma definição – como elemento químico, peso atômico e número atômico –, mas não compreenderam o significado destes conceitos, usando-os de forma equivocada. Outro aspecto observado foi a não-cronologia dos fatos históricos da ciência apresentada pelos estudantes. Embora a contribuição que se requer do uso da história da ciência no ensino seja mais do que nomes e datas, percebemos que nem mesmo estes aspectos foram tratados nas aulas destes estudantes.

Estudante 10: Acredito que antigamente quando se descobriu o número de prótons presente no núcleo de um átomo concluía-se que isso era o seu peso atômico.

Estudante 11: Concordo com você estudante 1, acredito que na época para se determinar o peso atômico dos elementos eles usavam um outro elemento com base, e pelo fato do hidrogênio ter número atômico 1, eles poderiam sim usá-lo com base para determinar o peso atômico de outros elementos.

Em dois livros didáticos consultados, de uso comum em nossa região (USBERCO; SALVADOR, 2002; PERUZZO; CANTO; 2002), não encontramos uma abordagem histórica, mesmo que factual, sobre os pesos atômicos. Ainda sobre a inserção da história da ciência no ensino, compreendemos que ela pode contribuir para a compreensão dos modelos científicos, das controvérsias científicas e “auxiliam no entendimento dos resultados científicos aceitos atualmente, de difícil intuição, através do estudo de suas gêneses e desenvolvimento” (MATOS et al., 1991, p. 296). Inferimos que a não-utilização da história em seu ensino contribuiu para a descontextualização apresentada pelos estudantes.

Considerações

Os diálogos estabelecidos entre os licenciandos recém-chegados em um curso de licenciatura em Química demonstram fragilidade na formação de conceitos científicos relativos à constituição da matéria.

Outros conceitos científicos (número de massa, alotropia, isótopos) que não foram abordados neste trabalho também aparecem nos diálogos dos estudantes de forma errônea ou confusa.

Acreditamos que a identificação das concepções dos estudantes sobre a constituição da matéria permite que o professor realize uma reestruturação de seu ensino, negociando significados com os estudantes para que a formação de conceitos científicos seja

realizada de forma correta. Esta reestruturação pode ser auxiliada com o uso da história da ciência.

Referências

AGUIAR Jr., O.; LIMA, M. E. C. C.; MARTINS, C. C. A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de uma coleção de livros didáticos. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em educação em Ciências, **Atas do V ENPEC**, São Paulo: Bauru, 2005.

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

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

LOGUÉRCIO, R., DEL PINO, J. C. Livros didáticos: mais do que uma simples escolha, uma decisão que pode orientar os trabalhos em sala de aula. Apostila. Disponível em:
<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/analise_livros.pdf.> Acesso em: maio 2009.

MATOS et al. Ensino de disciplinas de história da Química em cursos de graduação. **Química Nova**, v. 14, n. 4, 1991, p. 295-299.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, 1996, p. 20-39.

OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, v. 32, n. 4, 2009, p. 1072-1082.

PEDRANCINI et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e tecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, 2007, p. 299-309. Disponível em:
<http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf>. Acesso em abril 2013.

PERUZZO, F. C.; CANTO, E. L. **Química: na abordagem do cotidiano**. 2. ed. v. 1, São Paulo: Ed. Moderna, 2002.

ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Os pesos atômicos deixam de ser constantes. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, nov., 2011, p. 211-215.

TEIXEIRA, F. M. Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das ciências naturais. **Ensaio**, v. 8, n. 2, 2006, p. 121-132.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. Evolução histórica dos pesos atômicos. **Química Nova**, v. 17, n. 2, 1994, p. 182-187.

TUNES, E.; TOLENTINO, M.; SILVA, R. R.; SOUZA, E. C. P.; ROCHA-FILHO, R. C. Ensino de conceitos em Química. IV - Sobre a estrutura elementar da matéria. **Química Nova**, v. 12, 1989, p. 199-202.

TUNES, E.; TACCA, M. C. V. R.; BARTHOLO Jr., R. S. O professor e o ato de ensinar. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n. 126, set./dez, 2005.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.