

REPENSANDO A QUÍMICA

A FORMAÇÃO DE EQUIPES DE PROFESSORES/
PESQUISADORES COMO FORMA EFICAZ DE
MUDANÇA DA SALA DE AULA DE QUÍMICA

Otávio Aloisio Maldaner Licenciado em química e em filosofia, professor do Departamento de Biologia e Química, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí - RS

Maria do Carmo Tocci Piedade Licenciada em química, professora de química da EEPSPG Aníbal de Freitas, Campinas - SP

A seção “Relatos em sala de aula” constitui-se num espaço a ser privilegiadamente ocupado por professores e professoras que atuam no ensino médio e que – socializando suas práticas, aprendizados e construções – se empenham em tornar o ensino-aprendizagem em química cada vez mais significativo para as pessoas, para os grupos e para a sociedade.

Este primeiro artigo trata de uma experiência vivenciada em uma escola pública de nível médio, enfocando o tema “Combustão como transformação química”, centrada no desenvolvimento do pensamento químico e na perspectiva da formação para a vida na sociedade. O artigo sugere uma metodologia e uma estrutura em sala de aula que, mais que proporcionar um contato superficial com a química, procura romper com os esquemas tradicionais de ensino, por meio do desenvolvimento e interação ativa dos alunos nos processos de construção do conhecimento químico.

► ensino/aprendizagem em química, ensino médio, interação, mediação, linguagem química, aprendizagem e desenvolvimento, ensino e pesquisa, educação química ◀

Temos conhecimento, tanto por experiência própria como por relatos de outros educadores químicos, de propostas de ensino que propiciam boa aprendizagem química já no ensino médio. Entretanto, quando se escreve ou se discute sobre ensino/aprendizagem em química (dissertações de mestrado, teses de doutorado, encontros de ensino de química, análise de desempenho dos vestibulandos em química etc.), há uma ênfase na baixa qualidade tanto das propostas de ensino (livros didáticos mais usados) como da compreensão da ciência química, em particular por alunos do ensino médio.

É propósito deste artigo relatar o efeito positivo de uma nova postura dos professores frente à química que se ensina nas escolas, rompendo, em especial no primeiro ano do ensino médio, com os esquemas tradicionais. A experiência foi realizada em escola pública de Campinas, a Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Professor Aníbal de Freitas, por um grupo de professores pesquisadores da

própria escola coordenado por educador ligado à pós-graduação em metodologia de ensino na Faculdade de Ensino da Universidade Estadual de Campina (FE-UNICAMP).

Repensando o ensino de química

Há muitas razões para desejarmos uma boa aprendizagem química por parte das pessoas em geral. Chassot (1993), por exemplo, chama a atenção para a diferente leitura do mundo possibilitada às pessoas pelo conhecimento químico. Essa visão mais ampla permite que os indivíduos integrem-se à sociedade de forma mais ativa e consciente. Com o conhecimento científico a sua disposição, cada indivíduo atua de forma específica sobre a natureza, modificando-a e modificando-se, segundo as teses do pensamento dialético. Graças às interações e desenvolvimentos tornados possíveis pelo co-

nhecimento químico, a natureza hoje se apresenta ao homem com feições muito diferentes. O próprio homem também já não é o mesmo, depois do contato com sensações e possibilidades antes impossíveis.

A partir da idéia de que o pensamento do indivíduo é constituído na interação social, mediado simbolicamente (Vygotski, 1978, 1988), elaboramos uma proposta de ensino de química adequada ao primeiro ano de ensino médio e implementada na escola citada no decorrer de 1994. Trabalhamos conceitos pertinentes à compreensão do fenômeno químico em nosso meio, buscando um contexto diretamente relacionado à vivência das pessoas. Isso permitiria a concretização dos conceitos que desejávamos ensinar e, ao mesmo tempo, possibilitaria reinterpretar/recriar as vivências e o contexto já à luz dos conceitos químicos. Assim, estaríamos possibilitando o desenvolvimento do pensamento dos alunos, preparando-os para aprender a ciência química.

Há um razoável consenso, entre os químicos, de que o cerne da ciência química é perceber, saber falar sobre e interpretar as transformações químicas da matéria (ou das substâncias) causadas pelo favorecimento de novas interações entre as partículas constituintes da matéria, nas mais diversas situações.

Como poderemos chegar a esse nível de compreensão do fenômeno químico? Muitos educadores/professores, através de suas aulas, ou autores, através de seus livros, pensam poder ‘transmitir’ ou ‘transferir’ seus próprios conceitos de química para seus alunos, por meio de definições do que seja matéria, energia,

“Através do conhecimento químico os homens atuam de forma específica sobre a Natureza, modificando-a e

substância, reação química, fenômeno químico, fenômeno físico. O resultado dessa proposta de ensino de química é bem conhecido!

“(…) foi possível discutir algo sobre a função social e cultural desse conhecimento humano, bem como o que significaria para cada um dos alunos saber coisas fundamentais em química”

16 Nosso problema era como iniciar o ensino de química para que proporcionasse a possibilidade de aprender de fato a química. Não nos satisfazia, de modo algum, que o aluno repetisse nossas definições ou nossos exemplos, usando apenas fórmulas ou palavras vazias de significados. Queríamos que as palavras ou conceitos usados pelo aluno fossem dele ou constituíssem seu modo de pensar. Para conseguir isso, as palavras destinadas a se tornar conceitos deveriam ser usadas normalmente pela professora, com a consciência de que o significado apreendido pelo aluno a princípio seria muito diferente do significado que o professor lhe atribuía, ou do verdadeiro conceito químico. As palavras seriam usadas e exerceriam a função de conceitos, segundo Vygotski, até que estes se estabelecessem como tal:

“As palavras exercem a função de conceitos e podem servir como meio de comunicação muito antes de atingirem o nível de conceitos, característico do pensamento plenamente desenvolvido.” (1978)

Os significados das palavras seriam negociados com os alunos enquanto eles estivessem em contato com o fenômeno em questão e/ou com o material sensorial. Esses significados se modificariam no decorrer das aulas até se tornarem conceitos químicos com algum significado mais estável, embora deveriam receber muitos outros significados ainda, durante a formação química. O mesmo valeria para as fórmulas químicas.

Pensando a aprendizagem possível: química como transformação

A noção de química

Nossa percepção era de que o mundo físico natural e o mundo tecnológico poderiam proporcionar bons momentos de reflexão/interação com os alunos, possibilitando assim atribuírem-se os primeiros significados à ciência química ou à ‘química’. Se fôssemos professores tradicionais daríamos uma definição para a química, e se fôssemos professores tradicionais ingênuos acreditaríamos que o aluno saberia o que é química a partir dessa nossa definição, principalmente se ele respondesse ‘certo’ na prova. Nós desejávamos dar também uma significação para a química, e sabíamos que essa significação mudaria muito no decorrer dos anos de formação em química. A estratégia usada foi conversar com os alunos sobre os materiais a nossa volta, em termos de serem materiais naturais, ou artificiais (Bonadiman, 1987). Os alunos listaram, conforme suas percepções, materiais que tivessem características naturais, como o ar, a água, a madeira, vegetais, terra etc., e materiais cuja natureza ou composição achassem ser artificial, como o giz, tintas, fórmica, plásticos em geral, papel etc. A lista dos materiais artificiais foi muito maior que a lista dos materiais naturais.

A lista de materiais artificiais e naturais permitiu discussões interessantes, como por exemplo a posição em que deveria ficar o ferro, a borracha, o vidro e outros. O mais importante é que os primeiros significados para a química – o conhecimento químico, ou o que se faz com o conhecimento químico – começaram a se formar quando a professora intermediou a discussão e começou a ressaltar que na produção de tintas, plásticos, ferro, vidro etc. havia um conhecimento específico e um modo próprio de pensar sobre a matéria: a química. Ao mesmo tempo, foi possível discutir algo sobre a função social e cultural desse conhecimento humano, bem como o que significaria para cada um dos alunos saber coisas fundamentais em química.

A transformação química

Constituída a primeira noção sobre química, iniciou-se um estudo mais sistemático da transformação química. Isso foi feito a partir do estudo detalhado da combustão como reação química. Além de ser uma transformação química de grande importância social e cultural, o fenômeno da combustão é bastante presente na vivência das pessoas, e sobre ele os alunos tinham muitas idéias ou conceitos do cotidiano. A reação de combustão permitiria discutir facilmente algumas questões cruciais para se entender a reação química, como por exemplo: as condições para uma reação química ser iniciada, manutenção da transformação, consumo de substâncias na reação enquanto se formam novas substâncias, término da reação química com o consumo de uma das substâncias reagentes. Desde o início, havia a preocupação de não se proporcionar a falsa idéia de reagente principal, muito freqüente entre os estudantes. Queríamos ressaltar a transformação química como resultado de algum tipo de interação que, no caso, envolvia o combustível, o gás oxigênio e a energia.

Para que a interação pudesse ser entendida de acordo com os modelos propostos pelo conhecimento químico, iniciamos de imediato a apresentação da fórmula química das substâncias envolvidas, ao lado das palavras com as quais se costuma designá-las. Havia uma preocupação apenas com o sentido representacional das substâncias reais pelas suas fórmulas químicas, e os alunos as

“Queríamos que a palavra ou o conceito que o aluno usasse fosse dele, ou constituísse o seu pensamento”

usariam se achassem conveniente. Assim, o gás oxigênio passou a ser representado também pela fórmula química $O_2(g)$ e o etanol ou álcool comum por $C_2H_6O(l)$. Essas fórmulas

significam muito para quem sabe química, mas para os iniciantes na matéria representavam apenas as substâncias. As palavras gás oxigênio e etanol são signos verdadeiros, mesmo para os alunos iniciantes, porque possuem muitos significados, mas $O_2(g)$ e $C_2H_6O(l)$ eram signos ainda muito pobres de significado para esses alunos. Muitos outros significados desses símbolos precisam ser ‘negociados’ pelo professor, no

decorrer da formação química, permitindo constituir um modo de pensar específico da química.

A condução das atividades relativas à combustão foi realizada conforme roteiro de trabalho descrito em livro didático alternativo (Maldaner, 1992). Essas atividades permitiram que os alunos pensassem a combustão do etanol, da parafina e de outros combustíveis como uma transformação química envolvendo também o gás oxigênio presente no ar. Logo entenderam que a reação terminava se faltasse qualquer um dos reagentes (ou o combustível ou o gás oxigênio presente no ar), e que os reagentes eram efetivamente consumidos, deixavam de existir. O consumo do combustível foi aceito com facilidade, porque faz parte da experiência dos alunos (o gás de cozinha, o álcool combustível, a gasolina etc. são sempre consumidos no dia-a-dia das pessoas). Na formação do pensamento químico, esses conceitos cotidianos foram usados para avançar em direção à abstração necessária na formação dos conceitos químicos. É fundamental que em química se pense nos reagentes que deixam de existir nas transformações enquanto outras substâncias são formadas.

A mediação permite um novo pensamento

No início da discussão, os alunos previram o término da reação apenas com o consumo total do etanol: a reação ou a combustão termina quando acaba o álcool. Essa é sem dúvida uma idéia esperável, porque o pensamento está sendo conduzido pelos conceitos do cotidiano. A mediação da professora, levando os alunos a refletirem sobre a necessidade de participação do gás oxigênio na manutenção da combustão, permitiu uma nova reflexão sobre a reação e a afirmação de um novo conceito sobre a combustão. Dessa forma, permitimos um novo entendimento sobre um fenômeno muito comum e, ao mesmo tempo, o muito abstrato conceito de reação química adquiriu um significado mais concreto.

As primeiras idéias relacionadas a quantidades 'certas' com que participam as substâncias reagentes foram assim introduzidas, variando-se a quantidade de gás oxigênio disponível para a combustão. Para isso, cobriu-

se o sistema em reação com frascos de vidro de diferentes tamanhos. O tempo em que a combustão ainda se mantinha dependia da quantidade de ar encerrada no frasco que cobria a chama.

“Na formação do pensamento químico usaram-se esses conceitos cotidianos para avançar em direção à abstração necessária na formação dos conceitos químicos”

Essa atividade simples, possível de ser realizada em qualquer sala de aula com o uso de materiais como álcool comum, tampinhas de garrafa, pedaços de vela, frascos de vidro comum e fósforo, permitiu a introdução de idéias-chave para a compreensão do fenômeno químico no dia a dia dos alunos. Para isso, foi fundamental a intencionalidade da professora em analisar o fenômeno da combustão sob o ponto de vista da ciência química. Foi através da negociação de uma nova linguagem para se falar sobre esse fenômeno tão comum na vida das pessoas e, ao mesmo tempo, através da criação de um sistema representacional ou de um código de sinais próprio da química que o novo pensamento começou a se formar. É fundamental que um sistema de signos químicos e o próprio pensamento químico se constituam para que possa ocorrer verdadeira aprendizagem química. Era essa a nossa preocupação central.

A contribuição nova que desejamos trazer para o ensino de química é justamente divulgar a eficácia do uso da linguagem química – fórmulas químicas, equações químicas, o uso dos símbolos 'g' para gás, 'l' para líquido, 's' para sólido, 'aq' para substâncias em solução aquosa, fórmulas que representam substâncias etc. – na organização do pensamento químico. Isso é em geral relegado a um plano secundário no ensino tradicional, introduzido no estudo das ligações químicas, no estudo sistemático das equações químicas ou nas classificações das reações químicas. Nós colocamos a linguagem química como preocupação central para a formação

do pensamento químico.

O papel do concreto na constituição do pensamento inicial em química

Ao introduzirmos a química no ensino médio, tivemos também a preocupação de nos referir a situações concretas, de modo que a fórmula química apresentada se referisse à substância também presente, e o fenômeno representado se estivesse também realizando. É assim que falamos da combustão do álcool comum (etanol), na presença do gás oxigênio do ar, e em tais condições a reação deve ser iniciada com chama de fósforo, mesmo que os reagentes estejam em contato, na temperatura ambiente.

Representamos então:

Etanol e gás oxigênio
e/ou
 $C_2H_6O(l)$ e $O_2(g)$

Essas substâncias estavam em contato e era visível que a reação não se processava. Discutiu-se, então, a condição para que uma reação se processasse. No caso, era necessário iniciar a reação através de chama, por exemplo.

Ao se processar a reação química – a combustão do etanol –, é crucial o entendimento de que as substâncias originais deixam de existir e há produção de novas substâncias. Isso é muito diferente da idéia de transformação do senso comum, em que a mesma essência toma outra forma. O uso da seta (\rightarrow) indicando a transformação química pode estar na verdade reforçando uma idéia de transformação no sentido físico, não químico. Por isso, seu significado, na linguagem química, deve ser muito bem definido. A seta indica, por um lado, uma situação antes da reação e uma situação depois, ou melhor, as substâncias existentes antes da transformação química deixam de existir (ao menos parte delas) para dar lugar a novas substâncias. Por outro lado, indica também o processo de produção de novas substâncias (os produtos) à custa do consumo das substâncias reagentes. Os produtos não surgem do nada, mas das substâncias reagentes, portanto têm algo a ver com elas. Reforça-se, assim, a idéia de que algo permanece no decorrer da transformação química: os átomos.

(I) As substâncias etanol ($C_2H_6O(\ell)$) e gás oxigênio ($O_2(g)$), em contato, reagem entre si ao se iniciar a combustão com uma chama (fósforo aceso). Essas substâncias são consumidas e a reação continua até que um dos reagentes termina. À medida que os reagentes são consumidos há a formação de água ($H_2O(\ell)$) e gás carbônico ($CO_2(g)$);

(II) Etanol e gás oxigênio $\xrightarrow{\text{iniciada a reação com chama}}$ água e gás carbônico

(III) $C_2H_6O(\ell) + O_2(g) \xrightarrow{\text{em certas condições}} H_2O(\ell) + CO_2(g)$

Quadro 1.

Toda essa complexidade de entendimento do que seja realmente uma transformação química implica constituir um pensamento novo, só possível pelo uso dos verdadeiros conceitos químicos. Mas pensamento e conceito se constituem mutuamente no sujeito, conforme Vygotski (1978). No início, as palavras e os símbolos ainda não são verdadeiros conceitos, mas exercem a função de conceitos para o pensamento poder se constituir, diz Vygotski. Isso foi possível conjugar no estudo da equação química que representava a combustão do álcool.

Foi relativamente fácil perceber o consumo do álcool e do gás oxigênio na reação, devido à discussão sempre mediada pela professora e aos conhecimentos anteriores dos alunos. Os dois principais produtos, água e gás carbônico (combustão completa), também foram detectados facilmente, em atividades simples (uso de água de cal e papel indicador com cloreto de cobalto).

A representação do fenômeno da combustão do álcool foi feita para facilitar a constituição do pensamento e dos conceitos químicos junto aos alunos, como vimos. Ela pode ser mais descritiva, como pode ser visto no Quadro 1, expressando uma sequência mais observável (I) ou mais abstrata, através da simbologia química usual (III).

A representação mais usual da química (III), embora incompleta por não contemplar ainda o acerto de coeficientes, permitiu mediar alguns novos significados junto aos alunos, exatamente por adotar uma simbologia própria da química. A professora chamou a atenção para os símbolos (letras) que compõem as fórmulas químicas ('C' para carbono, 'H' para hidrogênio e 'O' para oxigênio), enfatizando que os mesmos símbolos que aparecem nos reagentes apare-

cem nos produtos, embora em arranjos diferentes. O principal é: não apareciam símbolos novos! A preocupação foi apenas com o tipo de símbolo, não com o número de vezes que este aparecia. Esses símbolos (letras), que representam estruturas mais fundamentais e que não se modificam na transformação química, passaram a ser chamados átomos.

A participação do aluno na condução da aula

Após essa primeira atribuição de significados à representação da transformação química, a professora solicitou que os alunos listassem combustíveis mais comuns aos quais ela daria uma fórmula química que pudesse representá-los. Os alunos listaram gás de cozinha, gasolina, óleo diesel, querosene, madeira, metanol, gás natural, vela etc.

Antes de mostrar uma possível fórmula química para representar esses combustíveis, a professora informou aos alunos que os combustíveis por eles listados eram na verdade misturas complexas de várias substâncias combustíveis e que, portanto, não haveria uma fórmula única para representá-los. O gás de cozinha, por exemplo, é uma mistura constituída principalmente por gás propano ($C_3H_8(g)$), gás butano ($C_4H_{10}(g)$) e uma pequena quantidade

de monóxido de carbono ($CO(g)$). Nos outros combustíveis também havia várias substâncias, e decidiu-se que ela os representaria por um dos componentes mais significativos. Isso permitiria avançar um pouco mais na compreensão da reação química de combustão (Quadro 2).

Logo os alunos perceberam que o símbolo C e H eram comuns às diversas substâncias representativas dos combustíveis mais comuns. Tornava-se então possível mediar a atribuição pelos alunos de novos significados às reações de combustão.

Voltando à representação (III) da combustão do etanol, a professora mostrou que o gás oxigênio, em sua reação com os combustíveis, possibilitava a formação das substâncias novas $CO_2(g)$ e $H_2O(\ell)$. Isso podia acontecer sempre, desde que houvesse gás oxigênio suficiente nas reações de combustão, ou seja, desde que essas reações fossem completas. A condição era que houvesse C e H nos combustíveis.

A partir daí, ficou muito fácil aos alunos perceber que os combustíveis comuns, quando queimam, produzem $CO_2(g)$ e $H_2O(\ell)$, desde que tenham em suas fórmulas C e H (símbolos ou átomos). Um teste confirmatório dessa previsão foi realizada através da combustão da vela ($C_{25}H_{52}(s)$). Foi possível detectar $CO_2(g)$ e $H_2O(\ell)$. Ou seja, após duas semanas de aula (seis horas) os alunos conseguiram falar da reação de combustão usando perfeitamente a linguagem química inicial, falando em reagentes, produtos, condições para ocorrer a combustão, consumo de reagentes (deixavam de existir), produção de substâncias novas, permanência dos símbolos ou conservação deles no decorrer da reação, escrita das equações de

Combustível	Componente significativo	Fórmula química
gás de cozinha	propano/butano/mon. de C	C_3H_8 / C_4H_{10} / CO
gasolina	octano	C_8H_{18} (l)
querosene	dodecano	$C_{12}H_{26}$ (l)
óleo diesel	pentadecano	$C_{15}H_{32}$ (l)
madeira	celulose	C_6H_{10} (s)
vela	parafina	$C_{25}H_{52}$ (s)

Quadro 2.

combustão de substâncias que possuísem apenas C, H e O em suas fórmulas.

A seguir, a professora sugeriu a existência de outros combustíveis, como o carvão (essencialmente carbono ou C(s)) e o gás hidrogênio (H₂(g)). Os alunos foram capazes de representar, por equação química usual, a combustão dessas substâncias.

“Constatamos que os alunos começaram a usar perfeitamente o pensamento químico, mediado pela linguagem química e por alguns conceitos em fase ainda muito inicial de formação”

Na discussão sobre problemas ambientais causados por combustão dos combustíveis fósseis (petróleo e seus derivados, carvão mineral etc.), logo apareceu a questão do enxofre e o efeito de gases do enxofre no meio ambiente (chuva ácida). A professora possibilitou a primeira análise deste efeito utilizando conceitos químicos já em formação. Informou que o símbolo do enxofre é S e que o produto lançado na atmosfera, causador da chuva ácida, era o SO₂(g). Como seria isso possível?

Logo os alunos foram capazes de prever que o enxofre devia fazer parte, de alguma forma, dos combustíveis mais usuais, do contrário o SO₂(g) não poderia se formar. Constatamos que os alunos começaram a usar perfeitamente o pensamento químico, mediado pela linguagem química e por alguns conceitos em fase ainda muito inicial de desenvolvimento. Este é, em nossa opinião, o ponto chave para uma verdadeira aprendizagem química.

Um episódio muito interessante veio corroborar nossa assertiva de que os alunos já estavam constituindo seu pensamento químico: após uma notícia/reportagem na TV sobre o desenvolvimento de uma técnica para produzir diamantes artificiais a partir do álcool comum (etanol), um aluno usou o modelo de transformação química, sem ser a combustão, para comentar como entendera a notícia. Segundo ele, a produção do diamante só seria possível porque havia carbono

(C) na composição do etanol. O problema seria isolar esse carbono (C) do H e do O e depois produzir, de uma forma ou outra, o diamante.

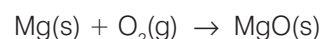
Vemos que o aluno usou uma informação a partir de seu cotidiano ou da escolarização do primeiro grau: o diamante é carbono. Com o desenvolvimento do pensamento químico mediante o uso da simbologia e dos conceitos químicos em formação, conseguiu constituir o raciocínio, e é isso que importa! Outras informações – como ‘isolar’ o carbono no álcool, ou produzir o diamante a partir do carbono – estão disponíveis na literatura. A fala do aluno mostrou que o raciocínio químico estava se constituindo. Era o que buscávamos com nossa proposta.

Como prosseguir com nosso programa?

Sem a preocupação de relatar com minúcias a seqüência de um programa que aborde conceitos fundamentais em química, passaremos a registrar alguns itens desenvolvidos nas aulas do primeiro semestre de 1994, conforme programa decidido pelo grupo de professores, sempre com a preocupação de superar o ensino tradicional de química, comprovadamente ineficiente para a maioria dos estudantes do ensino médio.

Devido à formação constante de compostos binários do elemento oxigênio com outros elementos (C, H, S, N, Fe, Mg etc.), conforme observado nas combustões, passou-se a estudar esses compostos, genericamente denominados óxidos. Esses compostos são muito abundantes, e muitos deles têm grande importância no dia-a-dia das pessoas. Ao mesmo tempo, os significados para os conceitos como ‘elemento’, ‘substância elementar’, ‘composto químico’ etc. passaram a ser percebidos. Os alunos passaram a representar todas as substâncias elementares, ao menos as mais importantes, com base na tabela periódica e nas informações da professora. Esta intermediou a fórmula química e o estado físico mais comum das substâncias elementares. Isso foi fundamental para a distinção, importante em química, entre elemento e substância elementar. Dada a fórmula do óxido — óxido de magnésio (MgO(s)), por exemplo –, os alunos

conseguiram escrever a equação química da possível reação de síntese desse composto a partir das substâncias elementares:



Como estas equações de síntese de óxidos são muito simples, já foi possível introduzir o acerto de coeficientes.

Partindo da reação de combustão e da equação química que a representa, bem como das equações de síntese dos óxidos, discutiu-se a conservação de massa nas reações químicas e a proporção em massa com a qual participam os elementos em uma fórmula química. Esses assuntos são em geral estudados na química do ensino médio como ‘Leis de combinação química’. Analisando-se a conservação dos átomos na transformação química, tornou-se fácil discutir a conservação de massa (lei de Lavoisier). Com dados da análise elementar em massa dos elementos em um composto, estudou-se a lei das proporções definidas (lei de Proust). Isso já permitiu a introdução da primeira teoria atômica (Dalton). O átomo de Dalton foi suficiente para interpretar as reações químicas em termos de conservação de massa e em termos da proporção com a qual os elementos participam na formação de um composto. Em todos esses estudos a equação química foi referência constante para as transformações, adquirindo assim novos e importantes significados.

A introdução de outras teorias e modelos de explicação do fenômeno químico será discutida em outro artigo que esperamos poder publicar em breve.

Referências bibliográficas

BONADIMAN, H.; MALDANER, O.A.; ZANON, L. *Ciências 8ª Série, proposta alternativa de ensino*. Ijuí, Ed. Unijuí, 1987, 3ª edição.

CHASSOT, A.I. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí, Ed. Unijuí, 1993.

MALDANER, O.A. *Química 1 - Construção de conceitos fundamentais*. Ijuí, Ed. Unijuí, 1992.

VYGOTSKI, L.S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo, Martins Fontes, 1978.

VYGOTSKI, L.S. *A Formação Social da mente*. São Paulo, Martins Fontes, 1988.