

**UMA ABORDAGEM DE ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS
ENTRE COMPOSTOS INORGÂNICOS REFERENCIADA EM
MECANISMOS DE REAÇÃO**

*Cláudia Schneiders Nardin¹
Rochele de Quadros Loguercio²
José Claudio Del Pino³*

Recebido em 20 de setembro de 2003.

Aceito em 20 de dezembro de 2003.

RESUMO

O ensino do conteúdo relacionado aos compostos inorgânicos se apresenta tradicionalmente, com uma abordagem que pode levar os alunos a uma aprendizagem memorística. Com uma metodologia referenciada na teoria de aprendizagem de David Ausubel e em modelos construtivistas de ensino, busca-se minimizar os problemas de aprendizagem das reações entre compostos inorgânicos. Para tal, utiliza-se conhecimentos sobre ligações químicas, teorias protônica e eletrônica, e mecanismo de reações entre compostos químicos. Tem-se a expectativa que este trabalho possa disponibilizar uma metodologia de ensino diferenciada do tema reações químicas, e que esta seja utilizada por professores de química de maneira a propiciar aos seus alunos uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: reações químicas, educação química, mecanismos de reações.

ABSTRACT

Chemical reactions among inorganic compounds - a teaching approach based on reaction mechanisms - The teaching of contents

¹ Professora da Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha.

² Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³ Professor do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (aeq@iq.ufrgs.br).

related to inorganic compounds is traditionally linked to an approach that can lead students to learn by repetition. One intends to minimize the problems related to the learning of reactions among inorganic compounds with a methodology based on David Ausubel learning theory and with constructivist teaching models. That is the reason why one uses the knowledge about chemical bonds, electronic and prototonic theories and reaction mechanisms among chemical compounds. The expectation is that this study can provide a differentiated teaching methodology concerning the theme chemical reactions and also that it can be used by chemistry teachers so that they would offer their students a significative learning.

Keywords: chemicals reactions, chemical education, reaction mechanisms.

INTRODUÇÃO

Há um sentido estável ou dicionarizado do que seja a química como, por exemplo: "Ciência em que se estuda a estrutura das substâncias, correlacionando-a com as propriedades macroscópicas, e se investigam as transformações destas substâncias" Desta forma, a química com ênfase nas transformações geradoras de novos materiais têm aplicabilidade na produção de alimentos, medicamentos, fibras têxteis, corantes, nos materiais de construção, nos papéis, nos combustíveis, nos lubrificantes, nas embalagens, nos recipientes.

No entanto, apesar da aplicabilidade e importância da química nas nossas práticas cotidianas, seu ensino na maioria das propostas curriculares dirigidas ao ensino médio mantém-se distante desse contexto que propiciaria uma aprendizagem mais significativa. Se por um lado o ensino usual de temas como ligações e reações químicas. Se justifica pela importância dos mesmos para a previsão de ocorrência de substâncias e de suas transformações, por outro lado as abordagens normalmente adotadas têm promovido a ocorrência de vários problemas de aprendizagem por desconsiderarem as inúmeras noções abstratas que compõem tais conteúdos.

É preciso, portanto, tentar minimizar as dificuldades do próprio conteúdo considerando os conhecimentos prévios dos alunos e sua adequação (ou não), bem como, analisar criticamente os modos de sua

apresentação nos livros didáticos tradicionalmente usados na escola. Porém, tais análises precisam de uma conversão do olhar, e, nesse sentido, buscou-se uma metodologia de análise e um referencial teórico que permitisse ver o já cotidiano conteúdo de reações químicas de um outro modo. Nesse conteúdo específico buscou-se ajuda nas teorias ausubelianas em articulação com teorias sobre conhecimentos implícitos dos alunos. Partindo desses entendimentos descrevem-se alguns aspectos que nos parecem importantes de serem analisados mais detalhadamente, principiando por evidenciar algumas conceituações próprias da teoria de aprendizagem de Ausubel, em seguida apresentam-se algumas análises de livros didáticos com relação aos conceitos de reação química, passando a evidenciar alguns entendimentos dos alunos sobre aspectos relevantes no ensino de reações químicas para, finalmente, mostrar uma proposta de abordagem sobre reações químicas que considera esses três aspectos fundamentais como forma de produzir um conhecimento mais significativo junto aos alunos.

CRITÉRIOS DE SIGNIFICAÇÃO PARA APRENDIZAGEM DE REAÇÕES QUÍMICAS

De acordo com a teoria de Ausubel, alguns critérios como a *presença de exemplos e não-exemplos*, as *definições operacionais e formais de conceitos*, os *níveis macroscópicos, representacionais e microscópicos dos conteúdos de química*, a *articulação e a dependência entre fatos e generalizações*, o *domínio dos pré-requisitos* e suas relações com as *concepções prévias dos alunos* são formas de melhorar a aprendizagem significativa dos conceitos pretendidos de reações entre compostos inorgânicos:

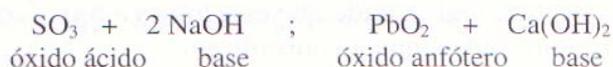
Os conhecimentos implícitos dos alunos: os alunos possuem conhecimentos implícitos sobre vários fenômenos estudados na disciplina de química e, mesmo que não os tenham explicitamente estruturados, esses conhecimentos são acionados no momento de entender e explicar as teorias organizadas pelo currículo escolar. Conhecer essas concepções facilita a aprendizagem por propiciar uma alternativa de contrapô-las dentro de sua própria lógica, dado que essa lógica existe e configura um obstáculo a aprendizagens que a contradizem.

Outro passo importante é definir junto aos alunos os pré-requisitos necessários para cada novo conceito: o *domínio dos pré-requisitos*. De acordo com a teoria de Gagné, antes de se ensinar um determinado

conteúdo ou habilidade se deve construir uma hierarquia de aprendizagem para evidenciar os pré-requisitos necessários para sua compreensão. Assim por exemplo, aprender que óxidos ácidos reagem com água formando ácidos e o equacionamento desse tipo de reação, pressupõe dentre outros conhecimentos mais simples a identificação, conceituação e formulação de óxidos ácidos e ácidos. Tais considerações evidenciam a importância de se organizar os vários tópicos do conteúdo respeitando uma ordem lógica de pré-requisitos de tal forma que se assegure o domínio daqueles necessários à compreensão de qualquer tópico na seqüência de conteúdo de um curso, unidade ou assunto a ser desenvolvido.

Ausubel sustenta que cada disciplina tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos, que constituem o sistema de informação da disciplina e que podem ser identificados e ensinados aos alunos, dessa forma constitui para ele um sistema de processamento de informações. Esta hierarquização de conceitos sugere as direções recomendadas para uma diferenciação progressiva dos mesmos. Uma maneira de promover a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa* é através da utilização de mapas conceituais, que são diagramas, que indicam relações entre conceitos ou entre palavras e usa-se para representar conceitos. São diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais². No Diagrama 1 apresenta-se a construção de significados hierarquizados para o tema reações químicas.

A presença de exemplos e não-exemplos: a aprendizagem de conceitos é entendida como a identificação dos atributos criteriais do conceito, os quais podem ser generalizados para novos exemplos, bem como a discriminação entre *exemplos* e *não-exemplos* do conceito. Ao apresentar o conteúdo de reações químicas, se formula os princípios que regem as reações e logo se inclui os exemplos de cada tipo de reação, contrapondo-os com os não-exemplos, os quais não obedecem determinada regra. Assim, para o conceito “óxidos ácidos ou óxidos anfóteros reagem com bases”, os atributos criteriais são as características de um óxido para ser classificado como óxido ácido, ou anfótero. Os exemplos são:



Os atributos criteriais para ser um óxido ácido são: não-metal ou metal de nox elevado ligado ao oxigênio; e para ser um óxido anfótero é

ser metal anfótero ligado ao oxigênio. Os que não estiverem dentro desse atributo criterial serão os não-exemplos e não reagirão com bases, como é o caso dos óxidos CaO e Na_2O .

Definições operacionais e formais de conceitos: dependendo dos atributos criteriais de um conceito, este pode ser definido operacionalmente e/ou formalmente. As reações químicas, são representadas pelas equações químicas. As definições abaixo correspondem respectivamente a uma definição operacional e formal do conceito reação química:

- Reação química é uma transformação onde nova(s) substância(s) é (são) formada(s) === Definição operacional

- Reação química é uma transformação onde agregados de átomos ou íons são rompidos e formados === Definição formal

Os níveis macroscópico, representacional e microscópico dos conteúdos de química: com relação aos conteúdos de química, estes podem ser classificados em três níveis: o nível macroscópico caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais ou substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades. O nível representacional compreende a representação das substâncias por suas respectivas fórmulas e de suas transformações através de equações químicas, enquanto que o nível microscópico caracteriza-se pela natureza atômico-molecular, isto é, envolve explicações baseadas em conceitos abstratos, como átomos, moléculas, íons, elétrons, etc., para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e de suas transformações.

A articulação e a dependência entre fatos e generalizações: a importância de relacionar fatos com generalizações e/ou generalizações com conceitos, se justifica porque de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, o processo de relacionamento é sinônimo de processo de aprendizagem significativa, que é qualitativamente diferente de aprendizagem mecânica ou memorística. Isso significa por exemplo, se for apresentada a seguinte generalização, óxidos ácidos reagem com água formando ácidos, tal princípio deve ser precedido ou sucedido de vários fatos, os quais no caso particular serão descrições ou realizações de reações envolvendo diferentes óxidos ácidos na reação com água.

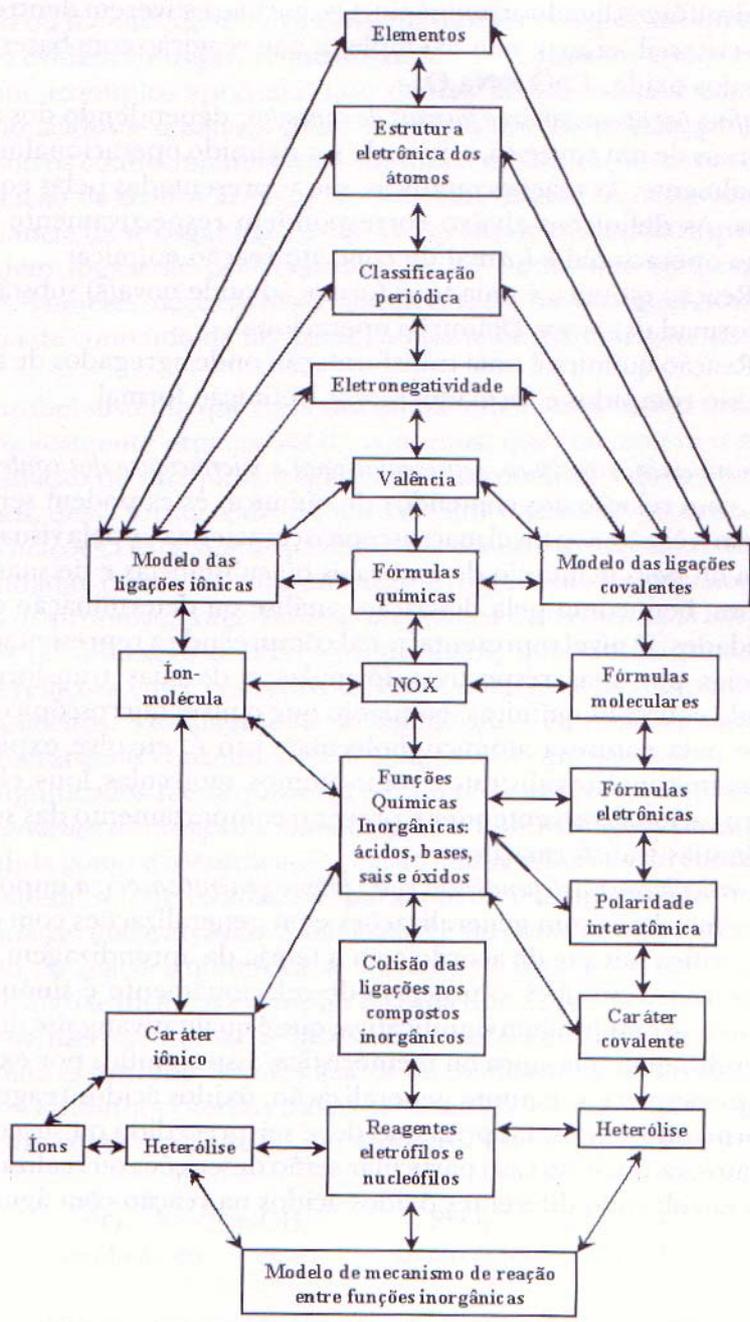


Diagrama I - Mapa conceitual.

A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Discutir o ensino de química implica necessariamente analisar reguladores curriculares como os livros didáticos. Tal análise certamente conduzirá à observação de que os conteúdos abordados nestes, se encontram desvinculados da realidade dos alunos, em desacordo por vezes, com o seu desenvolvimento cognitivo, compartimentalizados em capítulos estanques, reforçando uma aprendizagem memorística que apresentam vários obstáculos à aprendizagem. Concebem o método científico como um conjunto de regras fixas. Apresentam uma lógica confirmatória nas atividades experimentais, pois pretendem que os alunos obtenham dados para confirmar uma lei ou uma teoria científica. Essas são algumas das concepções de ciência e da construção do conhecimento científico veiculados pelos livros, que seguem predominantemente uma orientação empirista e indutivista. Os conceitos não seguem uma ordenação progressiva, ou como Ausubel sugere uma *diferenciação progressiva e reconciliação integrativa*. Não apresentam número suficiente de exemplos para reforçar a aprendizagem de conceitos e com isso o aluno não pode facilmente discriminar ou generalizar. Também se observou a presença de apenas o nível representacional de reações químicas, que são as equações, porém o nível microscópico, natureza atômico-molecular, utilizado no estudo de modelos de reações, encontrou-se sempre ausente na maioria dos livros didáticos.

Uma reação química observada no laboratório pode não condizer com a equação química apresentada, porque não foram abordadas as diferenças entre a prática e a teoria; também a equação química que para os alunos não tem vinculação com modelos de ligações químicas, uma vez que os professores e os livros não fazem essa relação, não explicam a formação das substâncias numa reação através da ruptura das ligações com rearranjo entre os átomos, para formarem novas substâncias, são apresentados apenas a nível simbólico, representacional. As equações químicas não são acompanhadas de descrições explicativas.

As limitações dos livros didáticos podem ocorrer na dimensão conceitual, como por exemplo, analisando os livros didáticos dos autores Ricardo Feltre e Geraldo Camargo de Carvalho, constatou-se que definem função química como um conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes. É preciso considerar que “a rigor ácidos e bases concebidos como conjunto de substâncias com propriedades

químicas semelhantes não existem. O que há é um modo de se comportar quimicamente: *comportamento ácido* e *comportamento básico*. Assim, diante do sódio metálico, a amônia comporta-se como ácido, formando íon amideto. Porém diante da água, a amônia comporta-se como base, formando íon amônio. Apenas aquelas espécies que apresentam comportamentos ácido ou base em grau muito acentuado se aproximam do conceito estabelecido para função”.

De acordo com a análise de Campos e Silva⁸ uma das regras mais famosas nos textos que tratam das funções da química inorgânica, é a reação: Ácido + base → sal + água. Ele coloca que é preciso considerar dois casos: se a reação ocorre em meio aquoso ou anidro e que os autores não levam em conta essa distinção vital. Constatou-se essa afirmação de Campos e Silva no livro didático de Ricardo Feltre⁶.

Campos e Silva⁸ em seu texto, argumentam que:

- Inicialmente considerando o meio anidro. Reagindo cloreto de hidrogênio com óxido de sódio. O íon óxido aceita o próton, formando a água, conforme a regra:

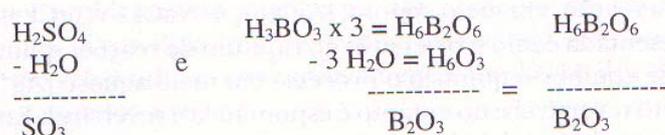


- Considerando o meio aquoso, o ácido reage com o solvente e origina íons hidroxônio, e a base da outra solução também não existe mais, tendo sido substituída por quantidades equivalentes de íons hidroxila, de tal modo que, ao serem misturadas as duas soluções, a reação que se passa é entre o ácido e a base conjugada do solvente, nada mais é produto da reação. Diante disso é questionável não considerar que a regra deve estar inadequada. Ela só funciona para ácidos protonados reagindo com óxidos ou hidróxidos iônicos em meio anidro. Em meio aquoso ela não funciona. Porém isso não é esclarecido ao aluno. O que os autores deveriam esclarecer é que se forma uma solução aquosa de cloreto de sódio, isto é, íons cloreto e íons sódio que não reagiram. A evaporação do solvente é que produz o aparecimento do sólido iônico branco de cloreto de sódio.

De acordo com Campos e Silva⁸ há afirmações nos livros didáticos sem nenhuma conexão com os fatos do cotidiano do aluno. Os sais tipo NaHSO_4 ou NaHCO_3 são chamados de sais ácidos, no entanto o segundo pode ser usado para neutralizar a acidez estomacal. O autor Feltre chama de sal neutro o carbonato de cálcio, no entanto o calcário é utilizado para diminuir a acidez dos solos. Constatou-se esta estratégia de classificação

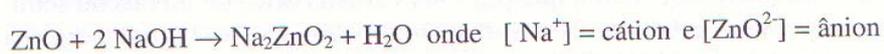
de sais no livro didático do autor Feltre⁶. Essa classificação é inadequada, pois pode levar o aluno a erros de interpretação.

Constatou-se pela análise do livro didático *Química Integral*, no capítulo de classificação e reações de óxidos que as reações são apresentadas a nível de memorização, onde o aluno aprende por “jogos” de subtração a equacionar as reações de desidratação de ácido, para obter óxidos:



Isso é demonstrado por subtração de fórmulas, para se chegar no equacionamento, onde deveria ser construído por desidratação intramolecular ou intermolecular de suas fórmulas estruturais. Este tipo de abordagem reforça uma aprendizagem memorística, mecânica e desvinculada do fenômeno a ser estudado e abstraída numa construção matemática que dificulta, ao invés de facilitar, o entendimento do processo químico.

Também os livros didáticos, dos autores Ricardo Feltre e Francisco Miragaia Peruzzo, Eduardo Leite do Canto, apresentam as reações somente por equações como meros jogos de armar. Tem-se na maioria dos livros didáticos que as reações entre óxidos anfóteros e bases fortes, são apresentadas, quanto ao seu equacionamento, com regras de memorização, isto é, para a formulação de sais nessa equação utiliza-se a tabela de radicais e a regra do X. Por exemplo no livro didático de Peruzzo e Canto¹¹ o equacionamento é assim apresentado:



Supõe-se que a ação do aluno deve ser orientada a partir do conceito de transformação química como uma transformação que envolve a formação de um novo material que pode ou não ser acompanhado por evidências perceptíveis. E, portanto, a equação química não é um mero conjunto de símbolos.

Um erro comum em livros didáticos, conforme Lopes comenta em sua análise e confirma-se ao analisar o livro didático de Feltre¹⁰ é, o de considerar as reações de neutralização de ácido por base em solução aquosa, como reação de dupla troca, quando deveria ser considerada

como síntese da água a partir de H^+ e $(OH)^-$. Isso porque a solução aquosa de NaOH é uma solução contendo íons Na^+ e $(OH)^-$ dissociados e a solução aquosa de HCl é uma solução contendo íons H_3O^+ e Cl^- . Assim sendo a reação se dá apenas entre H^+ e $(OH)^-$. Os íons Na^+ e Cl^- permanecem dissociados. Isto é, não há trocas quando se trata de íons dissociados em solução aquosa.

Como pode o aluno compreender, se na quase totalidade dos livros didáticos a reação, em meio aquoso, $[AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3]$ lhe é apresentada como irreversível no capítulo de reações químicas e no capítulo de equilíbrio químico o processo em meio aquoso $[Ag^+ + Cl^- = AgCl]$ é dito reversível e no entanto é espontânea e reversível. Estabelece-se uma contradição iniciada pela associação do conceito de espontaneidade com o conceito de irreversibilidade, incompatíveis sob o ponto de vista científico.

Conforme Chagas, é perfeitamente possível abordar os conceitos ácido-base de modo articulado (teorias de Brønsted-Lowry, Lewis, Werner, Lux, Usanovich, e dos sistemas solventes). Evita-se dessa forma, que o aluno venha a julgar que na química se cria uma regra para cada reação estudada. Isso contribui para que os estudantes considerem a química matéria enfadonha, incompreensível e cujo estudo requer exaustivos exercícios de memorização.

Estas limitações de abordagem do conhecimento químico ao nível conceitual também se configuram como obstáculos epistemológicos a construção de tal conhecimento. Por exemplo, o autor Ricardo Feltre, conceitua óxidos anfóteros como sendo “indecisos” entre o caráter básico e o caráter ácido. Enquanto deveria dizer que os óxidos anfóteros possuem caráter intermediário entre o iônico e o covalente, formados por eletronegatividade média que pode ser característica de metais ou semi-metais. Desse modo possuem um comportamento ambíguo, pois ora reagem como óxidos básicos, ora como óxidos ácidos. O que determina o comportamento que terá o óxido é a substância com a qual ele estiver em contato⁶. No capítulo de reações químicas, o mesmo autor ao abordar as condições de ocorrência de uma reação química afirma: “os reagentes têm uma certa afinidade química, ou seja, uma certa ‘vontade’ de reagir”. E no capítulo de conceitos modernos de ácidos e bases, se observa que a reação entre HCl e H_2O , de acordo com as teorias de Brønsted-Lowry, o autor descreve a transferência de H^+ do ácido para a água como “entrega” de H^+ . Na reação inversa o H_3O^+ “devolve” o H^+ ao Cl^- .

As discussões apresentadas aqui demonstram a maneira inadequa-

da com que tem sido utilizado conhecimento químico nos livros didáticos e evidenciam a necessidade de desconstruir esses obstáculos à aprendizagem. Não se tem o objetivo de descartar o livro didático, mas de deixar de ser uma ferramenta única do nosso trabalho, tornando-se um instrumento importante, porém auxiliar no processo. A importância desse estudo é a de desnaturalizar o que é natural e, portanto, ao tornar estranho, tornar visível.

Estes problemas apontados na apresentação do conhecimento químico nos livros didáticos, de ordem conceitual e epistemológica, também são reforçadores dos conhecimentos implícitos dos alunos, que serão apresentados a seguir.

OS CONHECIMENTOS IMPLÍCITOS DOS ALUNOS

Os conhecimentos implícitos que os alunos têm sobre os diversos fenômenos classificados como reações químicas algumas vezes não lhes permitem reconhecer as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, e tendem a centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, não fazendo referência às mudanças em nível atômico-molecular.

Enquanto alguns estudantes tendem a generalizar algumas explicações válidas para mudanças de estado, ou mesmo confundir uma transformação química com uma mudança de estado, outros apontam “para a concepção de que durante uma transformação química ocorre desaparecimento de substância”.

É muito comum também que os estudantes recorram a uma espécie de transmutação para explicar as transformações químicas: a transformação não é vista como resultado da interação entre diferentes substâncias, e que originam novas substâncias, mas como a realização de uma certa potencialidade da substância de se transmutar¹⁴.

Quanto às reações classificadas como deslocamento, alguns alunos pensam que “novas substâncias podem aparecer, porque se deslocam de um determinado lugar, e que nenhuma propriedade do sistema é modificada”. Ao serem contestados sobre as modificações que ocorrem, os alunos expressaram que: “o que parece ser a formação de novas substâncias é na verdade a substância original em sua forma modificada, sua identidade é mantida”. Os alunos expressam essa idéia tanto a nível macroscópico quanto atômico-molecular.

Na maioria das pesquisas feitas os autores constataram que os

atributos de transformação química expresso pelos estudantes restringiram-se ao nível macroscópico, não havendo referência a nenhum atributo microscópico¹⁶. Quando solicitados a explicar em termos do nível atômico os alunos têm a concepção de que numa reação as partículas mudam de forma, tamanho e cor exatamente como acontece com as substâncias.

Considerar os conhecimentos implícitos discutidos anteriormente na construção de uma proposta de ensino de reações químicas é importante para se alcançar uma aprendizagem significativa. As abordagens, no ensino de química, que privilegiam o uso de equações para a representação de reações químicas, equações que podem levar a classificação das reações por um sistema já bastante desatualizado, dificilmente promovem uma mudança nos conhecimentos prévios dos alunos. Isso leva o aluno a manter a concepção de reação num nível fenomenológico ou com dificuldade de relacionar o nível fenomenológico com o nível atômico-molecular. Uma das formas de lidar com essas dificuldades é promover uma compreensão dos alunos direcionada para o nível atômico-molecular.

MECANISMOS PROPOSTOS NA CONSTRUÇÃO DOS MODELOS DE REAÇÕES ENTRE COMPOSTOS INORGÂNICOS

Considerando as informações apresentadas nos itens anteriores, buscamos minimizar as dificuldades encontradas no ensino de reações entre compostos químicos inorgânicos, propondo a alternativa metodológica que passamos a descrever.

Segundo Chagas¹³, novas tendências no ensino de química procuram enfatizar os conceitos ácido-base sob o aspecto das teorias de Bronsted-Lowry e Lewis. É preciso considerar que devido a noção de relatividade no comportamento das espécies químicas, “a rigor ácidos e bases concebidos como conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes”, não existem. O que há é um modo de se comportar quimicamente: comportamento ácido e comportamento básico.

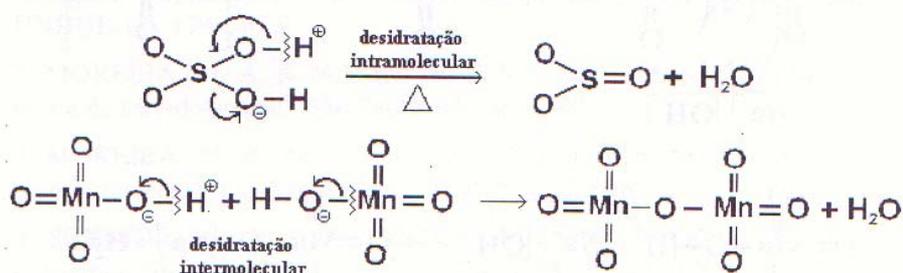
As teorias ácido-base foram surgindo como uma generalização da precedente. Cada uma abarca um universo próprio de reações químicas que vai se ampliando, procurando abranger cada vez mais os fenômenos. Outro aspecto a considerar é que os conceitos ácido-base de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, diferentes em abrangência e significados, guardam entre si certa articulação. Portanto, não se pode escolher um

qualquer solvente, nem deixar de chamar atenção para os pontos em que os conceitos se tocam.

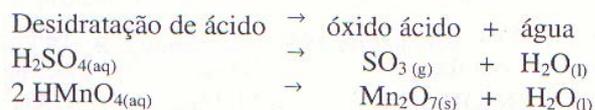
Existem diversas teorias que explicam o comportamento ácido-base, conforme Chagas¹³ - Teoria de Lux, dos sistemas solventes, de Werner, Usanovich, ionotrópica - no entanto, as teorias que mais se destacam, sendo as mais utilizadas, são as teorias protônica e eletrônica, e são essas que se selecionou como subsídios a esse trabalho. Associou-se a estas teorias, conceitos de efeito mesômero e indutivo, heterólise, reagente eletrófilo e nucleófilo.

Para mostrar esses mecanismos construídos, serão dados alguns exemplos que servirão para se propor, por analogia, outros. Para chegar a essa etapa do trabalho em que se opera com *conceitos representacionais e microscópicos* é importante ter passado por outras etapas como a identificação dos *conhecimentos implícitos* dos alunos, associadas a construção de *mapas conceituais*, onde os alunos marcam seus entendimentos sobre os pré-requisitos necessário para começar a trabalhar. Como esses pré-requisitos são também identificações dos conhecimentos implícitos dos alunos é importante reconstruir o mapa e analisar os pré-requisitos como a fórmula estrutural plana de ácidos, óxidos ácidos, óxidos anfóteros e fórmulas iônicas de óxidos básicos.

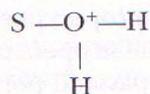
Exemplo 1: As fórmulas estruturais planas dos óxidos ácidos desenvolvidas a partir das fórmulas dos respectivos ácidos por mecanismos de desidratações intramolecular e intermolecular.



Princípio:



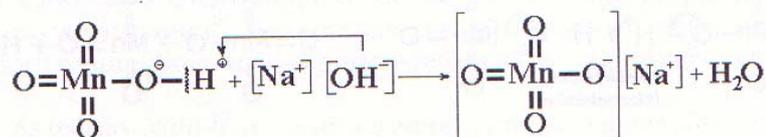
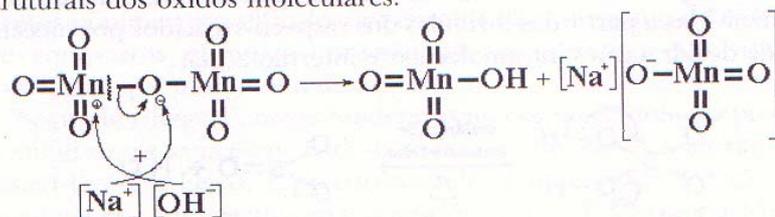
Observando-se a fórmula estrutural do composto H_2SO_4 , o oxigênio ligado ao hidrogênio, por ser mais eletronegativo, atrai com intensidade o par eletrônico da ligação. Por outro lado existe o efeito indutivo negativo dos outros oxigênios que não possuem hidrogênio, tornando o oxigênio ligado ao hidrogênio com menor densidade eletrônica, fazendo com que o hidrogênio seja liberado como íon H^+ , deixando o par eletrônico para o oxigênio, o qual fará ligação dupla com o enxofre. O hidrogênio como H^+ se transfere para o outro oxigênio, ligado ao enxofre, S-OH, onde existe par eletrônico disponível, formando:



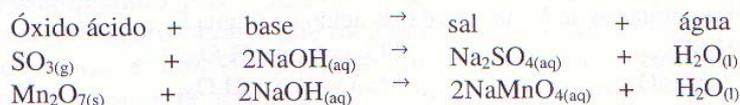
Haverá, com isso heterólise da ligação do oxigênio com o enxofre e liberação de água.

No 2º exemplo, os mesmos efeitos ocorrem, porém a desidratação é intermolecular diferentemente do 1º exemplo.

Exemplo 2: Obtenção de sais a partir da reação de óxido ácido com base, usando o mecanismo de reação de adição a partir das fórmulas estruturais dos óxidos moleculares.



Princípio:



Com esses exemplos anteriores se pode propor mecanismos de reações entre outros compostos baseados nos seguintes princípios:

1- Ácido	-	água	→	óxido ácido		
(desidratação intra-molecular e inter-molecular)						
2- Óxido ácido	+	água	→	ácido		
3- Base	-	água	→	óxido básico		
4- Óxido básico	+	água	→	base		
5- Óxido ácido	+	base	→	sal	+	água
6- Óxido básico	+	ácido	→	sal	+	água
7- Óxido anfótero	+	base	→	sal	+	água
8- Óxido anfótero	+	ácido	→	sal	+	água

Consideramos que este procedimento metodológico pode contribuir significativamente para a aprendizagem de reações químicas por parte dos estudantes da escola básica, em função de que os mesmos realizam integrações conceituais, envolvendo ligações químicas, identificação de compostos inorgânicos, modelagem de mecanismos de reações, buscando uma explicação a nível atômico-molecular de cada uma das transformações.

REFERÊNCIAS

1. MALDANER, O. A. *Epistemologia e a produção do conhecimento científico: implicações para o ensino de química*. Campo Grande: DeBQ-UNIJUÍ, jul. 1996, p. 27.
2. MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. *A aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
3. MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem: cognitivismo, humanismo, comportamentalismo*. São Paulo: EPU, 1999. p.72 e 162.
4. SCHNETZLER, R. P. & SANTOS, W. L. P. dos. Ensino de química e cidadania. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, nov. 1996.
5. LOGUERCIO, R. & DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.
6. FELTRE, R. *Química Geral*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 1999, v.1, 191, 221, 275, 276, 295.

7. CARVALHO, G. C. *Química Moderna*. São Paulo: Scipione, 1995, v.1, p. 175.
8. CAMPOS, R. C. & SILVA, R. C. Funções da Química Inorgânica ... funcionam? *Química Nova na Escola*, n. 9, p.18-22, maio 1999.
9. FONSECA, M. R. M. da. *Química Integral*. São Paulo: FTD, 1993, v.uni., p 162.
10. FELTRE, R. *Fundamentos da Química*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1997, vol. uni. p. 124
11. PERUZZO, F. M. & CANTO, E. L. do. *Química na abordagem do cotidiano*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1999, v.1, p.279.
12. LOPES, A.R.C.. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado de química. 6º Encontro Nacional de Ensino de Química. 10º Encontro Sudeste de Ensino de Química. São Paulo: USP, jul. 1992, 11p.
13. CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 28-30, maio 1999. p. 28 a 30.
14. MORTIMER, E. F. & MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de estudantes sobre Reações Químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, nov.1995, p. 23 a 26.
15. SCHNETZLER, R. P. & ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuição de pesquisas para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, maio 1995, p. 31.
16. JUSTI, R. S. & RUAS, R. M. Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? *Química Nova na Escola*, n. 5, p. 24-27, maio 1997.