

UM ESTUDO SOBRE AS CONCEPÇÕES DE UM GRUPO DE ESTUDANTES A RESPEITO DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Sandra Noemi Finzi¹
Alfonso Gómez Paiva², Adelaide Faljoni-Alario³

¹USP/IQ,sanfinzi@iq.usp.br

²USP/IQ,alfonsopaiva@uol.com.br

³USP/IQ,afalario@iq.usp.br

Resumo

Este trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa realizada com alunos da terceira série do Ensino Médio da rede pública da cidade de São Paulo, que através de um modelo com círculos de papel apresentaram suas concepções sobre uma transformação química em nível microscópico. Os resultados mostram que a maioria dos alunos não é capaz de diferenciar entidades como átomos e moléculas, observamos ainda que esses alunos não compreendiam a estequiometria da reação química, bem como o processo de quebra e formação de ligações químicas envolvidas.

Palavras-chave: transformação química, concepções alternativas, nível microscópico.

Abstract

This study presents the result of a research carried through with pupils of the third series of High school of the public net of the city of São Paulo, who through a model with paper circles had presented its conceptions on a chemical transformation in microscopical level. The results show that the majority of the pupils cannot differentiate entities as atoms and molecules, still observe that these pupils did not understand the estequiometry of the chemical reaction, as well as the process of breaking and formation of involved chemical levels.

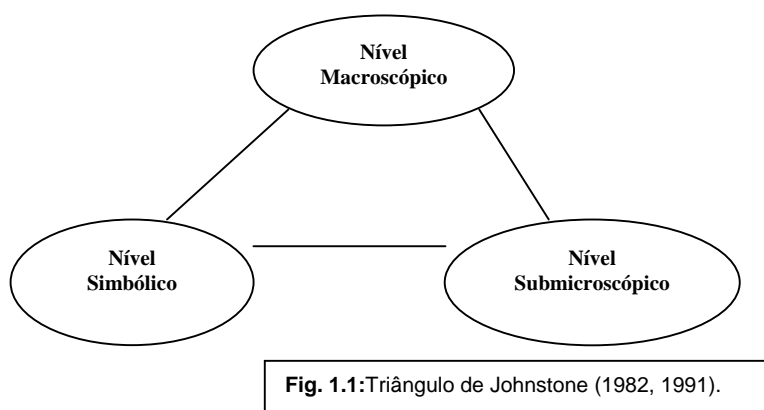
Keywords: chemical transformation, misconceptions, microscopical level.

UM ESTUDO SOBRE AS CONCEPÇÕES DE UM GRUPO DE ESTUDANTES A RESPEITO DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

1. Introdução

Os estudantes vêm a química de forma negativa, como algo complicado, cheio de equações incompreensíveis, símbolos estranhos e uma infinidade de fórmulas difíceis de compreender. Os poucos experimentos realizados no laboratório amenizam esse preconceito, entretanto não diminuem a confusão entre os níveis utilizados na química para se referir às substâncias e suas transformações. Há três níveis segundo Johnstone, 1982 citado por Blanco e Prieto em 1996: o nível descritivo e funcional, o nível representacional e por fim o nível explicativo. Existe uma confusão entre os níveis descritivo e explicativo, de modo que os conceitos relativos às substâncias, aos fenômenos e os relacionados com as teorias e com os modelos que os interpretam é muito freqüente entre os alunos.

Ainda, Johnstone (1982, 1991) citado por Galagovsky (2003) propôs para as ciências naturais, e para a química em particular, os níveis macroscópico, sub-microscópico e simbólico de pensamento (fig. 1.1).



O nível macroscópico corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta. Esse nível é construído a partir de informações provenientes dos nossos sentidos, baseada nas propriedades organolépticas, visuais, auditivas e táteis. Assim, para explicar o fato de um copo com água estar puro ou ser uma solução, se faz necessário uma explicação não macroscópica.

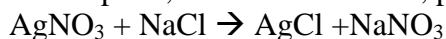
O nível submicroscópico, ainda segundo Johnstone, faz referência às representações abstratas, modelos que um especialista em química associa aos esquemas das partículas. Exemplos desse nível são as imagens de esferas que costumam ser usadas para descrever o estado sólido de uma substância pura, ou suas mudanças de estado, ou ainda as transformações químicas, que correspondem segundo uma representação mental, o que ocorre de acordo com o modelo particulado da matéria.

O terceiro nível, o simbólico, envolve as formas de expressar os conceitos químicos mediante fórmulas, equações químicas, expressões matemáticas, gráficos e definições.

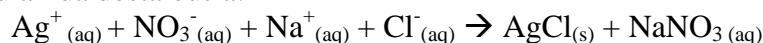
De acordo ainda com Johnstone, um especialista em química quando pensa em uma reação entre o nitrato de prata e o cloreto de sódio, ambos em solução aquosa, estaria trabalhando simultaneamente com os três níveis de pensamento. Por exemplo: no nível macroscópico, um químico sabe que ambos são líquidos incolores e transparentes e que ao combinar-se produzem um precipitado branco. Simultaneamente, pensa no nível submicroscópico, ao descrever a reação mediante um esquema de partículas como esferas, em que se representam reagentes e produtos. Esses esquemas de partículas usam formas e cores que um outro químico seria capaz de identificar facilmente, já que é capaz de reconstruir mentalmente o sistema apropriado para a sua compreensão. Entretanto, um aluno pode acreditar que se podem “ver” os átomos, inclusive nessas cores.

Nessa pesquisa optamos por chamar o nível submicroscópico de Johnstone de nível microscópico apenas.

Finalmente, no nível simbólico poderá retratar o ocorrido na reação do cloreto de sódio com o nitrato de prata, mediante fórmulas, por exemplo, escrevendo a reação desta forma:



ou ainda desta outra:



Para o professor essas duas equações representam a mesma reação, mas para o aluno as duas são completamente diferentes, embora estejam explicando o mesmo fenômeno, os alunos não conseguem entender o porquê de haver mais de uma maneira para equacionar esse mesmo fenômeno.

Mortimer e Miranda (1995) lembram que “o ensino de química tem privilegiado o uso de equações para a representação de reações químicas” relegando o estudo dos fenômenos envolvendo as transformações químicas a um plano secundário dando maior ênfase nas representações do que na discussão das explicações tanto no nível fenomenológico, quanto no nível atômico-molecular (microscópico), o que mantêm as concepções dos alunos.

Para Boo (1998) os alunos possuem uma visão estática das partículas, com pouco ou às vezes nenhum entendimento de como ocorrem, em nível microscópico, as transformações químicas.

Afirmam, Mortimer e Miranda (1995) que:

“é necessário que antes de representar as reações químicas através de equações, é importante discutir algumas características desse tipo de transformação, como o fato de que as reações envolvem troca de energia, o que depende de fatores como a temperatura, o estado físico, a superfície de contato e a concentração dos reagentes entre outros”.

E ainda, que a ênfase excessiva dada nas representações em detrimento dos fenômenos, pode fazer com que o aluno mantenha suas concepções, e apresente dificuldades em relacionar as transformações que ocorrem ao nível fenomenológico com as explicações no nível atômico-molecular (microscópico).

Por outro lado, estudos mostram que estudantes ainda que tenham habilidades nos cálculos não compreendem os conceitos envolvidos, isto reflete um ensino de química baseado no que poderíamos chamar de “*formulismo*”, o qual tem como objetivo mecanizar a resolução de problemas sem uma preocupação com o significado fenomenológico da questão, reduzindo o ensino da química ao que podemos chamar de “*formulática*”. A extrema preocupação com a forma e com a matemática faz com que se desvie o foco do ensino, não valorizando todos os níveis de entendimento. Um grande número de professores argumenta que isso se faz necessário em virtude das exigências dos vestibulares. Mas o vestibular não pode conduzir o ensino, principalmente quando o faz em detrimento da própria compreensão dos fenômenos químicos (Maldaner 2003).

Salas lotadas, a falta de equipamentos e a escassez de livros didáticos para uso nas escolas, dificultam o trabalho do professor, que na maioria das vezes reproduz um currículo que ele mesmo condenou quando aluno, e que não leva os estudantes à compreensão dos conceitos químicos nos diferentes níveis necessários.

“A prática corrente dos professores de química é uma seqüência convencionalizada de conteúdos de química, sem a preocupação com as inter-relações que se estabelecem entre os conteúdos e muitos menos com questões mais amplas da sociedade” (Maldaner2003).

Para Mortimer (1994) citado por Maldaner (2003):

“a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já sabe”.

Segundo Maldaner (2003) muitos trabalhos mostram que os alunos possuem idéias de explicação sobre fenômenos do cotidiano diferentes das aceitas pela comunidade científica.

De Posada (1999) ao realizar um estudo sobre as concepções dos alunos sobre ligações químicas, mostra que os alunos não reconheciam como elementos substâncias simples formadas por moléculas. Ainda nesse estudo uma elevada porcentagem de alunos associou a valência de um elemento como um sub-índice do elemento, com o qual ocorre a ligação.

Por outro lado, Boujaoude (1991) em seu estudo sobre as concepções dos alunos sobre a combustão identificou que estes acreditavam que durante a queima da vela somente o pavio queimava, a cera derretia e solidificava novamente. No caso da lamparina o pavio queimava e o álcool evaporava. Esse pesquisador reportou que a maioria dos alunos do 8º grau, não apresentavam um entendimento do termo “reação química” e, também, não apresentavam um bom entendimento a respeito da combustão, ou seja, suas idéias não apresentavam coerência para explicar as suas observações. No geral, o entendimento dos alunos era fragmentado, inconsistente, e baseado nos aspectos visíveis dos eventos que eles observaram.

Outros como, Bem-Zvi, Eylon e Silberstein (1987) concluíram que os estudantes com idade de 15 anos têm dificuldade em entender as reações químicas nos aspectos relativos à natureza particulada da matéria. Esses alunos tendem a ver as reações químicas como processos em que ocorre a adição e a junção dos reagentes para formar os produtos, e não como um processo em que ocorre quebra e a formação de ligações químicas envolvendo diferentes tipos de partículas.

Ausubel, Novak & Hanesian (1978), dedicaram-se especificamente aos processos de ensino/aprendizagem dos conceitos científicos a partir dos conceitos previamente formados pela criança em sua vida cotidiana. Do ponto de vista da aprendizagem significativa formulada por Ausubel, uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado uma informação, que se apresenta, e traduzir com suas próprias palavras. Dessa forma, é necessário relacionar os novos conhecimentos com as estruturas cognitivas que o aprendiz já possui. A dificuldade reside em delimitar quais são esses conhecimentos prévios dos alunos e a partir dos quais se pode construir a aprendizagem significativa.

Neste contexto, toma importância a análise dos conhecimentos prévios, ou construções pessoais, como base para a aquisição de novos conhecimentos.

Pode-se afirmar que o aprendizado é o resultado da interação entre o que se ensina e as idéias prévias dos alunos. Assim, segundo as idéias da mudança conceitual se faz necessário ao professor conhecer as concepções dos alunos para que este possa planejar e conduzir adequadamente o processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, concluímos que, é muito importante promover a superação das dificuldades que os alunos apresentam em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas é consequência do rearranjo dos átomos.

Nessa pesquisa procuramos conhecer e compreender as concepções alternativas de um grupo de estudantes, da última série do Ensino Médio, sobre transformação química através de sua

representação simbólica, a equação. Estudamos suas concepções sobre o fenômeno, em nível microscópico, por intermédio do uso de um modelo.

2. Metodologia

O procedimento descrito a seguir, foi aplicado a um total de 158 alunos de 6 turmas da terceira série do Ensino Médio, da Escola Estadual Antônio Alcântara Machado, localizada na cidade de São Paulo.



Foto 2.1 : Grupo de alunos explicando à pesquisadora.

Essas aulas / intervenções foram ministradas na ante-sala da biblioteca, esse espaço é próprio para trabalhos em grupo, e possui 12 mesas redondas com cadeiras, e pode ser visualizado através da foto 2.1.

Esses alunos, segundo os planejamentos dos anos anteriores, já haviam estudado os conteúdos relativos a: estrutura atômica, distribuição eletrônica, tabela periódica, funções: ácido, bases, sais e óxidos, reações químicas e balanceamento das reações pelo método das tentativas.

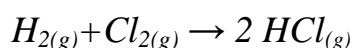
Os alunos se dividiram em grupos, de acordo com suas próprias afinidades, sendo que variaram de dois a sete alunos por grupo.(tabela 2.1) Esses grupos se sentaram nas mesas que foram numeradas de 1 a 8.

Para facilitar a análise e a transcrição das respostas dadas pelos estudantes, numeramos esses grupos.(tabela2.1).

Sobre a mesa se encontravam os 12 círculos de papel colorido, distribuídos em duas cores. O registro foi feito diretamente em um caderno de anotações, pois não pudemos dispor de recursos de gravação em áudio. Todas as explicações dadas pelos alunos, bem como o esquema representativo da montagem da reação química, foram registrados nesse caderno, além do registro fotográfico dessa montagem.

Inicialmente solicitamos aos alunos que discutissem e respondessem à questão a seguir:

1.Utilizando os círculos de papel, **explique a transformação química representada pela equação abaixo:**



A seguir os alunos elaboraram um esquema representacional de suas explicações e ao término chamaram os professores / pesquisadores. Portanto os professores / pesquisadores passaram de mesa em mesa, anotando às explicações dos alunos e fotografando a montagem das respostas.

De posse das explicações e dos esquemas representacionais foi realizada uma análise, e foram estabelecidas oito categorias sobre as idéias que os alunos tinham:

a) **idéia aditiva:** é a idéia de que os átomos se juntam para formar o produto; b) **idéia de combinação:** é a idéia de que é necessária uma combinação entre os reagentes para poder formar o produto;c) **idéia de diferenciação entre entidades químicas:** capacidade de diferenciar: átomos, moléculas e elemento químico.d) **idéia do conceito de coeficiente estequiométrico:** é a idéia de que o número de entidades químicas presentes na equação, indica a proporção com que essa entidade participa do fenômeno.e) **idéia do índice inferior da fórmula:** é a idéia de que esse número indica o número de átomos de um determinado elemento em uma fórmula química.f) **idéia de conservação da matéria:** é a idéia que o número de átomos existentes nos reagentes é o mesmo que o dos produtos.g) **idéia de ligação química:** é aquela que indica que os átomos devem estar “juntos” ou “unidos” para formar uma molécula.h) **idéia de transformação enquanto processo:** indica que o estado inicial (reagentes) é diferente do estado final (produtos).

De posse dessas categorias foram feitos comentários sobre as respostas dos alunos e elaborado um quadro sinótico Anexo 1. A partir deste, concluímos a presente pesquisa.

A tabela abaixo traz o número atribuído ao grupo, o número da mesa em que este se sentou além do número de alunos existentes no grupo.

Tabela: 2.1. Identificação dos grupos.

n°	Grupo	Mesa	N° de Alunos
1	3D1	1	5
2	3D5	8	5
3	3D6	3	5
4	3A1	5	5
5	3A4	3	6
6	3A6	1	5
7	3F2	3	4
8	3F4	7	5
9	3E6	2	5
10	3B3	5	4
11	3C1	7	5
12	3C3	4	6

3. Resultados e Análise

Os resultados a seguir trazem um resumo das representações e as explicações dadas pelos grupos de alunos sobre a questão proposta.

Nas transcrições a seguir utilizou-se: A: para se referir aos Alunos e P: para se referir ao Professor / Pesquisador.

Resposta do Grupo 3D1

Explicação do Esquema Representacional



A: Dois átomos de hidrogênio mais dois átomos de cloro formou dois átomos de ácido clorídrico.

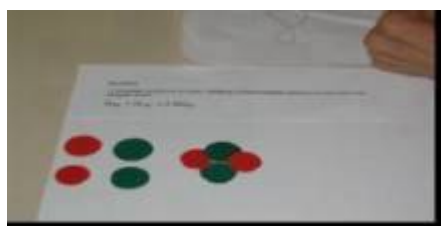
Foto do Esquema representacional do grupo 3D1.

Comentário da Resposta do Grupo

Os alunos definiram os círculos vermelhos como hidrogênio e os verdes como cloro. Ao comparar as representações das moléculas de H_2 e Cl_2 com a representação da molécula de HCl , podemos sugerir que para o grupo há uma **confusão entre o conceito de átomo e de molécula**.

O grupo tem a idéia de **conservação da matéria**, bem como parece e ter a idéia de **coeficiente estequiométrico** e de **índice inferior da fórmula**.

A união dos círculos vermelhos com os verdes, pode indicar que o grupo acredita que a molécula de HCl é o resultado da **combinação e ligação** entre os átomos de hidrogênio e cloro. Dessa forma, poderíamos sugerir que o conceito de **transformação química** para o grupo é o **processo da combinação** entre os átomos (hidrogênio e cloro) que se **ligam** formando outra substância, no caso o HCl .



Resposta do Grupo 3D5

Explicação do Esquema Representacional

A: O H está representado pelo vermelho e o Cl está representado pelo verde.

P: É só isso?

A: É.

Foto do Esquema representacional do grupo 3D5.

Comentário da Resposta do Grupo

Nessa representação pode-se perceber uma idéia de adição, pois ao observarmos o produto os átomos todos estão juntos, e como não se encontram na mesma ordem sugerem também uma idéia de **combinação**. Como mantêm a quantidade de átomos sugere a **conservação da matéria**. E ainda, a idéia de **transformação** enquanto **processo** pode ser percebida.

Ainda é possível observar que na representação feita para as moléculas dos gases hidrogênio e cloro os átomos são apresentados separados um do outro, e na representação do produto não é possível verificar a separação das duas moléculas de HCl o que pode sugerir que o grupo não tem a idéia de **diferenciação entre as entidades químicas**: átomos e moléculas, como também pode sugerir que o grupo não tem a idéia da definição de **coeficiente estequiométrico** e mas sim de **índice inferior** da fórmula.



Sentido da Reação

Foto do Esquema representacional do grupo 3D6.

Resposta do Grupo 3D6

Explicação do Esquema Representacional

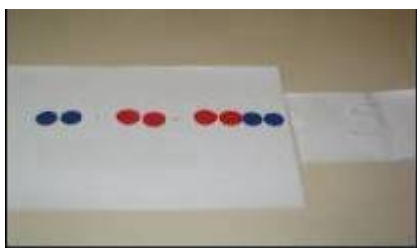
A: H₂ são esses aqui (apontando o vermelho), esses aqui são cloreto (apontando para os círculos verdes) e aqui (uma verde e uma vermelha) é o HCl.

Comentário da Resposta do Grupo

Na explicação dada pelos alunos podemos perceber uma tentativa de utilização da nomenclatura das substâncias, mas parece não haver uma compreensão da **conservação da massa** e do **coeficiente estequiométrico**, mas parecem compreender a **transformação química** como um **processo**.

O esquema representacional sugere que o grupo consegue diferenciar de uma certa forma as **entidades químicas**, bem como definir o papel do **índice inferior** da fórmula.

Resposta do Grupo 3A1



Explicação do Esquema Representacional

A: Dois átomos de Hidrogênio + dois átomos de cloro dá 2 HCl.

Foto do Esquema representacional do grupo 3A1.

Comentários da Resposta do Grupo

Aqui podemos observar que os alunos representam as moléculas sem que os seus átomos estejam unidos, o que pode sugerir que os mesmos não possuem a idéia de diferenciação entre **entidades químicas**. Ainda podemos concluir que o produto formado aparece como uma **adição** dos reagentes, sem que haja quebra ou formação de novas ligações.

Os alunos escreveram os sinais gráficos de + e → para indicar que a **transformação química** é um **processo** que parte dos reagentes para produzir os produtos. A conservação da massa foi apresentada no esquema dos alunos, embora a definição do coeficiente estequiométrico não apareça.

Resposta do Grupo 3A4



Explicação do Esquema Representacional

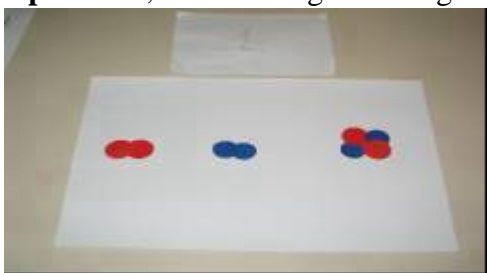
A: Dois Hidrogênio mais dois cloro é igual,... ficam 2 HCl.

Foto do Esquema representacional do grupo 3A4.

Comentários das Respostas do Grupo

Aqui, podemos observar que os alunos representam as moléculas gasosas com os seus átomos **unidos**. Mas nessa explicação os alunos não fazem uso das palavras “somando” ou “juntando”, trocando essas palavras pelo termo “ficam”. Mas ao analisar o “produto” formado pode-se inferir que há uma idéia de que na reação química ocorre uma **adição**, uma vez que o produto é representado pela “soma” dos reagentes sem que haja quebra de ligações. Já a idéia de **índice inferior da fórmula** parece que o grupo compreende, bem como a idéia de **conservação da matéria**.

Observamos que os alunos também utilizaram o recurso de reescrever a reação com a caneta, e além dos sinais gráficos de + e \rightarrow , reescreveram as fórmulas da substâncias participantes, isso pode significar a necessidade de deixar claro que a **transformação química** é um **processo**, onde os reagentes reagem para produzir os produtos.



Resposta do Grupo 3A6

Explicação do Esquema Representacional

A: Duas moléculas...

Não..., é átomo!

Igual, ...forma gás cloreto de hidrogênio

Foto do Esquema representacional do grupo
3A6

Comentários das Respostas do Grupo

Nesse caso podemos observar que os alunos representam todas as moléculas com os seus átomos **unidos**. Essa idéia é reforçada pela montagem feita onde os círculos foram colocados combinados (azul com vermelho), isso pode indicar que a molécula de hidrogênio **combina-se** com a molécula de cloro para formar a molécula de ácido clorídrico. No entanto parece que o grupo não tem a idéia das **diferenças entre moléculas e átomos**, mas entende o sentido do **índice inferior da fórmula**.

Já a idéia de **conservação da matéria** e de **transformação**, enquanto **processo**, fica clara ao percebermos que o grupo conseguiu mostrar que a quantidade de círculos se manteve do estado inicial (os pares de círculos vermelhos e azuis) para o estado final (o aglomerado de pares azul e vermelho).

Resposta do Grupo 3F2



Explicação do Esquema Representacional

A: Porque aqui (apontando)... tem dois hidrogênios e dois cloros, aí depois fica hidróxido de cloreto, duas vezes o hidrogênio e o cloro porque tá balanceado.

Foto do Esquema representacional do
grupo 3F2.

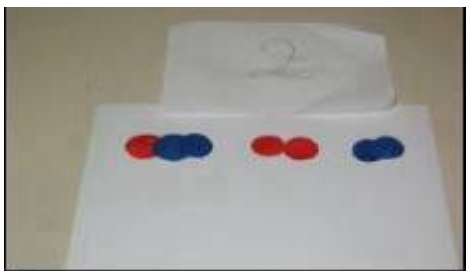
Comentários das Respostas do Grupo

Nesse caso, os alunos representam as moléculas com os seus átomos separados, portanto a idéia de **ligação** entre os átomos para formar a molécula não foi considerada, mas a idéia do **índice inferior da fórmula** sim, isto pode sugerir que os estudantes não têm bem formada a idéia das **entidades químicas**, como átomos e moléculas.

Aparentemente estabelecem uma relação com a quebra das moléculas de H_2 e de Cl_2 para então formar o produto HCl (**idéia de combinação**), mas não têm a idéia de **conservação da matéria**, apesar dos alunos fazerem o uso do termo, balanceada. Outro ponto que podemos destacar é a idéia do **coeficiente estequiométrico** que não foi considerada pelo grupo de alunos.

Também foi possível perceber que os alunos têm a noção de **transformação química** enquanto processo.

Resposta do Grupo 3E6



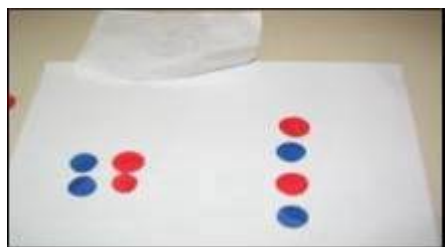
Explicação do Esquema Representacional

A: O azul é o H e o vermelho é o Cl e daí formou dois H e um Cl.

Foto do Esquema representacional do grupo 3E6

Comentários das Respostas do Grupo

A análise das respostas desse grupo de alunos revela que os mesmos têm uma idéia de que na reação química ocorre uma **combinação**. Mas o número de átomos existentes nos reagentes não se mantém no produto o que sugere que os estudantes não possuíam a idéia de **conservação da matéria** ao elaborar o esquema representacional. Os círculos unidos podem sugerir a idéia de **ligação química**. A idéia de **transformação química** enquanto processo parece ter sido considerada pelo grupo, assim como a idéia do **índice inferior da fórmula**, mas o sentido do **coeficiente estequiométrico** está confuso.



Resposta do Grupo 3B3

Explicação do Esquema Representacional

A: Somou os dois produtos, átomos...
aí deu a reação do HCl

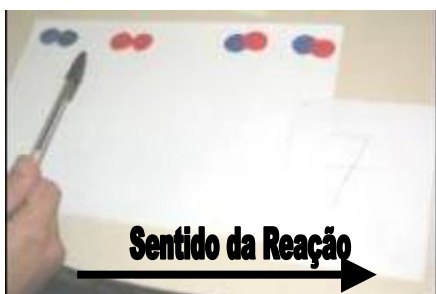
Foto do Esquema representacional do grupo 3B3.

Comentários das Respostas do Grupo

O grupo diferenciou os reagentes dos produtos o que pode sugerir que a idéia de **transformação química** enquanto **processo** embora utilizem a palavra somou, percebe-se que o esquema representacional não mostra uma simples adição, mas uma **combinação** entre os átomos. Entretanto os alunos parecem não ter bem definido as idéias das **entidades químicas** envolvidas (átomos e moléculas), pois não as evidenciaram tanto na explicação como no esquema representacional. Outro ponto que não foi evidenciado pelo grupo é a noção de **ligação**.

O **índice inferior da fórmula** foi considerado, mas não foi considerado o **coeficiente estequiométrico**, embora há a idéia de conservação da matéria.

Resposta do Grupo 3C1



Explicação do Esquema Representacional

A: Duas moléculas de hidrogênio mais duas moléculas de cloro.

Não. Pera aí!

Não, aqui é uma molécula só de hidrogênio (azul) e aqui é uma molécula de só de cloro (vermelho). E depois uma de hidrogênio e cloro junto.

Foto do Esquema representacional do grupo 3C1.

Comentários das Respostas do Grupo

Nesse caso podemos observar que os alunos representam as moléculas, tanto dos reagentes como dos produtos, com os seus átomos unidos (**idéia de ligação**), o produto é formado por átomos de cores diferentes representando a idéia de **combinação**. Podemos perceber durante a explicação que os alunos apresentam a idéia que lhes permitiu **diferenciar a molécula do**

átomo. Outras idéias que o grupo apresentou foram a do **índice inferior da fórmula**, de **coeficiente estequiométrico**, de **conservação da matéria** e de **transformação** enquanto **processo**.

A resposta do grupo sugere que o grupo tem a idéia de reação química, bem como de sua representação por meio de uma equação química.

Resposta do Grupo 3C3



Explicação do Esquema Representacional

A: Aqui nos dois vermelhos são os dois hidrogênios e aqui esses dois azuis são os cloros, ai foi igual uma mistura deu dois HCl, dois hidrogênios com cloro.

Foto do Esquema representacional do grupo 3C3.

Comentários das Respostas do Grupo

Nesse caso podemos observar que os alunos representam as moléculas dos reagentes com os seus átomos **unidos** embora isso não fique muito claro na molécula de gás cloro (azul).

Mas durante a explicação os alunos fazem uso da palavra “mistura” o que sugere uma idéia de que na reação química ocorre **adição**. Percebe-se que os alunos apresentam as idéias de **conservação da matéria** e de **índice inferior da fórmula** mas não do **coeficiente estequiométrico**. Ao explicar e representar que o HCl é fruto da “mistura” podemos inferir que os alunos possuem a idéia de **transformação química** como processo.

4. Conclusões

A nossa opção por utilizar esse modelo com os círculos de papel tinha como objetivo, verificar quais as concepções alternativas e prévias dos alunos quanto a uma transformação química, usando um modelo para explicar o nível microscópico.

O uso de círculos de papel colorido costuma ser uma ferramenta habitual para “clarear” ou exemplificar as reações químicas. A vantagem desta estratégia é que ajuda a classificar os diferentes átomos em uma reação, por outro lado, pode ajudar a manter uma concepção aditiva (Blanco e Prieto 1996).

Bem-Zvi, Eylon e Silberstein (1982,1987) concluíram que os estudantes têm dificuldade em entender as reações químicas nos aspectos relativos à natureza particulada da matéria, pois esses alunos tendem a ver as reações químicas como processos em que ocorre a adição e a junção dos reagentes para formar os produtos, e não como um processo em que ocorre quebra e a formação de ligações químicas envolvendo diferentes tipos de partículas.

Tínhamos como hipóteses que a maioria dos alunos apresentariam uma concepção aditiva para a reação química, fato este que não se confirmou pois apenas 10 dos 36 grupos apresentaram tal idéia.

No entanto, 20 dos 36 grupos de alunos apresentaram a idéia de que os átomos dos reagentes precisam se combinar para formar o produto. Isso pode significar que a maioria desses alunos possui uma idéia de que na reação química ocorre um rearranjo entre os átomos.

Observamos ainda, que os alunos apresentavam diferentes problemas no aprendizado, podemos destacar a dificuldade de interpretação que os mesmos tiveram ao transcrever o fenômeno da linguagem simbólica (equação química) para o modelo escolhido (modelo explicativo para o nível microscópico com círculos de papel colorido).

Podemos destacar ainda que apenas 5 grupos, evidenciaram a idéia do significado das entidades químicas, representadas pelas fórmulas moleculares das substâncias, estabelecendo uma confusão entre átomo, molécula e elementos.

O tema conservação da matéria, princípio fundamental da química durante o Ensino Médio, foi evidenciado em apenas 16 grupos.

Aparentemente, a idéia de combinação está associada à idéia de ligação química, pois dos 20 grupos que apresentaram a idéia de combinação e dos 21 grupos que apresentaram a idéia de ligação química, já que 13 grupos evidenciaram as duas idéias simultaneamente. Assim parece haver uma idéia mais elaborada que a simples adição ou junção dos átomos na reação química. Os estudantes apresentaram também muita dificuldade na interpretação do significado dos coeficientes estequiométricos, pois apenas 5 grupos evidenciaram essa idéia. Podemos destacar o caso de um grupo que interpretou o coeficiente 2 referente ao HCl, como sendo apenas do hidrogênio: “O azul é o H e o vermelho é o Cl e daí formou **dois H e um Cl**”.

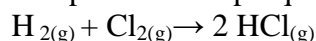
Entretanto o índice inferior da fórmula molecular, que indica o número de átomos que estão ligados na molécula, parece ser melhor entendido, com indicação de 28 grupos.

Encontramos também respostas similares às encontradas por Boujaoude, onde as idéias dos alunos não apresentavam coerência e ainda, o entendimento dos alunos se mostrava fragmentado e inconsistente, pois não apenas um grupo apresentou todas as idéias de forma coerente.

5. Sugestões e Implicações para o Ensino

Um bom modelo para explicar o que ocorre em uma transformação química em que os reagentes e produtos se encontram no estado gasoso, é o que leva em conta a teoria cinética dos gases.

Usando a mesma reação que escolhemos para a nossa pesquisa:



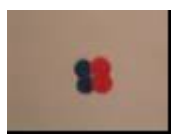
Teríamos inicialmente as moléculas dos gases H_2 e Cl_2 separadas; (foto 6.1), como estão no estado gasoso essas moléculas se movimentam facilmente em todas as direções e sentidos; então movendo-se na direção uma da outra, haveria a aproximação dessas moléculas (foto 6.2); posteriormente ocorreria o choque (foto 6.3), esse choque deve vir acompanhado de energia suficiente para poder quebrar as ligações entre os dois átomos de Hidrogênio e os dois átomos de Cloro; e finalmente haveria a formação das duas novas moléculas de HCl (foto 6.4) que se separariam (foto 6.5).



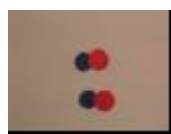
(foto 6.1)



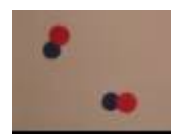
(foto 6.2)



(foto 6.3)



(foto 6.4)



(foto 6.5)

Essa explicação pode ser facilmente dada em sala de aula com o uso de um retroprojetor, equipamento geralmente encontrado nas escolas, e ajudaria os estudantes a compreenderem melhor o que ocorre em uma reação química no nível microscópico.

Há ainda, com essa explicação, a vantagem de não se reforçar a concepção aditiva, pois se esclarece a questão de que os átomos se conservam em uma reação química, já que permite observar que ocorre a quebra das ligações entre os átomos dos reagentes, e após um rearranjo ocorre à formação das ligações desses mesmos átomos formando os produtos. E ainda há uma outra vantagem que é mostrar o fenômeno de uma maneira dinâmica, com um modelo para “simular” o nível microscópico.

Espera-se que desta maneira os estudantes sejam capazes de distinguir que os produtos, embora esses sejam formados pelos mesmos átomos que formam os reagentes, são novas substâncias, com fórmulas distintas das dos reagentes, e que no nível macroscópico possuem também outras características (propriedades) químicas.

Ao efetuar esse estudo, pudemos “vivenciar” os problemas dos alunos em relação ao aprendizado, e refletir de que este só se torna significativo à medida que ocorre uma interação entre as experiências cotidianas dos alunos e um aumento da sua percepção ante os fenômenos macroscópicos e a maneira de comunicar suas idéias a respeito desses fenômenos em nível microscópico.

É importante ressaltar que quando um aluno se depara pela primeira vez com qualquer conceito de química, seus sentidos não permitirão que seu aprendizado se dê mediante apenas a sua percepção direta. Os conceitos, quanto mais abstratos se apresentem, necessitam para serem aprendidos, da mediação de interpretações simbólicas, de forma a possibilitar ao estudante o desenvolvimento de seus processamentos mentais.

Os professores exercem um papel fundamental ao tentar ajudar seus alunos com o uso de analogias, desenhos, esquemas e experimentos no laboratório, ao invés de ficarem presos ao conteúdo, às definições, às regras, às teorias e às leis, que acabam por provocar bases conceituais errôneas, ou ainda forçando uma aprendizagem memorística e fragmentada sem nenhum sentido.

7. Bibliografia

- AUSUBEL, D. P. NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 20a ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda, 1978.
- BEM-ZVI, R., EYLON, B.S. & SILBERSTEIN, J. “**Student’s Visualization of chemical reaction**”. *Education in Chemistry*, 24, 117-120, 1987.
- BLANCO, A. e PRIETO, T. “**Algunas cuestiones sobre la comprensión de la Química desde la perspectiva de las ideas de los alumnos**”. *Investigación en la escuela*, 28, 69-78, 1996.
- BOO, Hong K. **Student’s Understandings of Chemical Bonds and the Energetics of Chemical Reactions**. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.35 - n° 5, pp.569-581 (1998).
- BOUJAOUDE, S.B. “**A study of the nature of student’s understandings about the concept of burning**”. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 8, 689-704, 1991.
- DE POSADA, J. M., “**Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje**”. *Enseñanza de las Ciencias*, n°17 (2), 227-245, 1999.
- GALAGOVSKY, L. e outros. “**Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla**”. *Enseñanza de las Ciencias*, n°21 (1), 107-121, 2003.
- MALDANER, O. A. “**A formação inicial e continuada de professores de química**”. Ijuí (RS), Ed. Unijuí, 2003.
- MORTIMER, E.F. e MIRANDA, L. C. “**Transformações Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas**”. *Química Nova na Escola*, n°2, , 23-26, 1995.

Anexo 1

Quadro sinótico: Resultados das concepções alternativas dos estudantes.

Grupo	Idéia de adição	Idéia de combinação	Diferenciação de entidades	Coefficiente estequiométrico	Índice da fórmula	Conservação da matéria	Ligação Química	Processo
3D1	0	1	0	1	1	1	1	1
3D2	0	1	1	0	1	0	1	1
3D3	0	0	0	0	0	0	0	0
3D4	0	1	0	0	1	0	0	1
3D5	1	1	0	0	1	1	0	1
3D6	0	1	1	0	1	0	1	1
3A1	1	0	0	0	1	1	0	1
3A2	1	0	0	0	1	1	1	1
3A3	0	0	0	0	0	0	0	0
3A4	1	0	0	0	1	1	1	1
3A5	0	1	0	0	1	0	0	1
3A6	1	1	0	0	1	0	1	0
3A7	0	0	0	0	0	0	0	0
3F1	0	0	0	0	1	0	1	1
3F2	0	1	0	0	1	0	0	1
3F3	0	1	1	0	1	0	1	1
3F4	1	1	0	0	1	1	1	1
3F5	0	1	0	1	1	1	1	1
3F6	0	0	0	0	1	0	1	1
3E1	0	0	0	0	0	0	0	0
3E2	0	0	0	0	0	0	0	0
3E3	0	1	0	0	0	0	1	1
3E4	1	0	1	0	1	1	1	1
3E5	0	0	0	0	0	0	0	0
3E6	0	1	0	0	1	0	1	1
3E7	0	1	0	1	1	0	1	1
3B1	1	0	0	0	1	1	1	1
3B2	0	1	0	0	1	1	0	1
3B3	0	1	0	0	1	1	0	1
3B4	1	0	0	0	1	1	1	1
3B5	0	0	0	0	0	0	0	0
3B6	0	1	0	0	1	0	1	1
3C1	0	1	1	1	1	1	1	1
3C2	0	1	0	0	1	1	0	1
3C3	1	0	0	0	1	1	1	1
3C4	0	1	0	1	1	1	1	1
Total	10	20	5	5	28	16	21	28

O número **0** indica que o grupo não evidenciou a idéia. O número **1** indica que o grupo sugeriu a idéia.

Ao final temos o número total de grupos que evidenciaram a respectiva idéia.