

## Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial

**Tatyane Caruso Fernandes, Fabiana R. G. Silva Hussein e Roberta C. P. Rizzo Domingues**

Há alguns anos está acontecendo no Brasil a transferência dos alunos com necessidades especiais das Escolas Especiais para o Ensino Regular, mas ainda falta preparo dos educadores e estrutura para as escolas realizarem este processo de inclusão. Na literatura científica já existem vários recursos didáticos, porém ainda há muito a se fazer. Considerando a teoria de Vigotski, em que os alunos com necessidades especiais devem aprender os mesmos conteúdos com o mesmo grau de exigência que os demais e, utilizando uma metodologia multissensorial, foi desenvolvida uma sequência de experimentos com a finalidade de facilitar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de reações químicas por parte de alunos com ou sem problemas de visão. A pesquisa foi realizada com alunos de segundo ano do Ensino Médio. As atividades propostas se mostraram eficientes na melhora da aprendizagem não só dos deficientes visuais como também contribuiu com a aprendizagem dos videntes e na inclusão efetiva desses estudantes em sala de aula.

► deficiência visual, experimentação, reações químicas ◀

Recebido em 05/10/2015, aceito em 09/09/2016

195

O termo educação inclusiva se refere ao ensino para alunos com ou sem necessidades especiais, com condições iguais para que todos possam desenvolver suas potencialidades, respeitando as individualidades (Hontangas, 2010). O passo fundamental para que a inclusão se tornasse uma realidade foi a Conferência Mundial de Educação Especial, em 1994, na qual foi elaborada a Declaração de Salamanca, que recomenda uma pedagogia centrada no aluno, ou seja, que atenda a suas necessidades, especiais ou não. O desafio é realmente grande, mas seria o ideal e, por esta abordagem, se poderia diminuir os índices de evasão e de reprovação, pois em vez de denotar as dificuldades de aprendizagem do estudante, valorizaria seus potenciais.

É importante não permitir as formas assistencialistas, protecionistas e que anulam os sujeitos com necessidades especiais; ao contrário, incentivar e desafiar os seria o caminho correto, pois a única maneira de gerar um incômodo e a necessidade de superar a deficiência é a mediação, interação, enfrentamento e ação (Ross, 2006). Portanto, ao professor cabe o papel de mediar o conhecimento, reconhecendo a individualidade de cada aluno e ter o constante desafio de superar os obstáculos que se apresentam, modificando a sua realidade e melhorando as suas condições.

Os recursos didáticos são muito importantes na educação especial, em específico aqui, as pessoas com deficiência

visual, que apresentam dificuldade de contato com o ambiente físico e carência de material adequado. Da mesma forma que os demais alunos, necessitam de motivação para aprendizagem, o que pode ser feito pelo aproveitamento da sua percepção tátil e a consequente facilitação da descoberta de detalhes (Nascimento *et al.*, 2010).

De acordo com o censo escolar de 2010, existem 75.289 alunos com deficiência visual matriculados na rede regular de ensino no Brasil, sendo 6.274 cegos e 69.042 com baixa visão. Mesmo assim, em uma pesquisa de Mól *et al.* (2010), observa-se que ainda são poucas as dissertações e teses relacionadas ao ensino de ciências e à inclusão de alunos com deficiência visual (ADV). Os autores denotam que existe a necessidade de mais estudos nesta área, principalmente os que os professores sejam sujeitos ativos dessas investigações.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi elaborar, desenvolver e verificar se a experimentação, com enfoque multissensorial, associada aos recursos didáticos computacionais adaptados são eficientes no ensino e aprendizagem dos conceitos relacionados a reações químicas pelos ADV.

### A teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal

A teoria de Vigotski (1991) defende a visão de que num grupo heterogêneo as condições de aprendizagem são

favorecidas, pois os alunos mais adiantados podem auxiliar os colegas a desenvolver seu potencial. Ou seja, focar o processo ensino aprendizagem não nas funções cognitivas já existentes, mas nas que estão em desenvolvimento, de modo que se possibilite ao aluno atingir o potencial para desenvolver o conhecimento. Vigotski acreditava que a história pessoal do aluno e da sociedade na qual ele se desenvolve são cruciais para sua forma de pensar e de aprender.

A interação do ADV, tanto com seus pares quanto com alunos videntes, é imprescindível para uma educação completa e que forneça a ele possibilidades de aprendizagem de maneira igualitária, construindo o conhecimento de maneira rica. Da mesma forma para os demais alunos, a convivência com deficientes de qualquer ordem (física, visual, auditiva, mental, etc.) propicia aprendizagem diferenciada, tanto na questão do conhecimento escolar, quanto na questão sociocultural.

Portanto, a pessoa deficiente não é considerada menos desenvolvida, apenas se desenvolve de uma maneira diferente e, como todo ser humano, é um indivíduo diferente dos outros. As adaptações das metodologias e recursos didáticos, adotando uma pedagogia centrada no aluno acabam sendo necessárias em qualquer classe, mesmo naquela que não tenha alunos deficientes, mas que sempre acaba apresentando uma grande heterogeneidade.

### Metodologia da pesquisa

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, em que o vínculo entre a objetividade do mundo e a subjetividade do sujeito é indissociável. Desta forma, traduzir o resultado da pesquisa social em números seria impossível (Silva e Menezes, 2005).

Neste tipo de pesquisa, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são a verdadeira base, sendo que o uso de ferramentas estatísticas não é necessário, uma vez que o ambiente natural é a fonte da coleta de dados, e o pesquisador é o instrumento-chave.

As informações aqui trazidas construíram-se por meio de diferentes instrumentos de expressão oral ou escrita. Para observar as interações e o desenvolvimento da pesquisa, os dados foram registrados em gravação em vídeo associada com questionários e atividades escritas para avaliar os resultados.

Carvalho (1996) observa que a utilização do vídeo permite ver e rever os episódios de aprendizagem de interesse do pesquisador, podendo-se extrair informações que não foram observadas no momento da aplicação do projeto em sala de aula. Para conseguir extrair o máximo de dados deste tipo de coleta, sugere-se separar os episódios inicialmente

de maneira bruta, para depois tentar classificá-los, discutir com os pares a classificação feita, analisar os episódios e, finalmente, triangular os dados com os demais, obtidos por meio de outros instrumentos.

A pesquisa foi realizada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola estadual em Curitiba. De um total de 27 alunos, 3 são cegos e 1 tem baixa visão. Doravante, os 3 alunos cegos serão chamados de aluno A, aluno B e aluno C, e o aluno com baixa visão aluno D. Foram utilizadas 8 aulas de 50 minutos para a aplicação de todas as etapas do projeto, no qual a experimentação com enfoque multissensorial, que será detalhada posteriormente neste texto, foi a base. Para isso aplicou-se um questionário inicial, a fim de identificar concepções que os alunos já tinham sobre as reações químicas, seguido da aplicação de uma unidade didática, conforme será explicado mais adiante, finalizando com questionário para todos os alunos e entrevista com os alunos com deficiência visual.

### Identificando as concepções prévias

Para diagnosticar o conhecimento que todos os alunos da turma já têm sobre o assunto e identificar suas dificuldades, foi aplicado um pré-questionário.

O primeiro questionamento foi “De acordo com o que você já sabe do assunto, qual a diferença entre transformações físicas e químicas?”. Constatou-se que a maioria dos alunos videntes (11) não sabia a diferença entre transformações química e física. Os que responderam a questão também não tinham uma definição clara, dizendo que transformações físicas são as que ocorrem naturalmente, enquanto que as transformações químicas são artificiais. Apenas um aluno citou mudança de fase como transformação física.

Dentre os alunos DV, a aluna A foi a única que deu uma definição mais acertada: “As transformações químicas ocorrem com base nas reações que ocorrem entre os elementos químicos que geram novas substâncias, já as transformações físicas não se baseiam nessas reações.”

Os alunos B, C e D não conseguiram identificar as diferenças, considerando apenas que química tem reações, e física, não. Aparentemente, eles diferenciaram mais as disciplinas de física e química do que as transformações. Isto indica que os ADV têm uma diferenciação um pouco melhor destas transformações, visto que a maioria dos videntes sequer tentou escrever qual seria a diferença, enquanto todos os ADV responderam a questão.

A respeito da identificação de uma reação química, 11 alunos relacionaram mudanças macroscópicas do sistema, e 2 citaram até mesmo mudança de estado físico como reação, ratificando a ideia da dificuldade dos estudantes em identificar reações químicas, pois se prendem ao aspecto

As informações aqui trazidas construíram-se por meio de diferentes instrumentos de expressão oral ou escrita. Para observar as interações e o desenvolvimento da pesquisa, os dados foram registrados em gravação em vídeo associada com questionários e atividades escritas para avaliar os resultados.

visual, chegando mesmo a dizer que mudanças de fase são transformações químicas (Mortimer e Miranda 1995).

Apenas um aluno citou que a observação é o que permite identificar uma reação, enquanto que outro aluno escreveu que é a “troca de moléculas”.

A aluna A escreveu que a reação ocorre “quando os elementos existentes antes da reação se modificam”. O aluno C não respondeu, e os alunos B e D disseram que quando misturamos produtos acontece reação.

Uma lista de fenômenos foi dada para que os alunos opinassem se representavam reações químicas ou não. Os fenômenos constantes do questionário e os resultados estão na Figura 1 a seguir.

Mais uma vez pode-se observar que ainda não existe uma distinção clara do que é uma reação química, pois dissolução de sal e derretimento do gelo foram citados muitas vezes como reações. Além disso, novamente vemos o obstáculo da experiência primeira, como a limitação da observação baseada apenas em evidências visuais, sem considerar o que realmente acontece com os átomos e moléculas na reação (Chagas 2007). Fato este que também fica claro quando os alunos citam adição de açúcar ao refrigerante e mistura de tintas como reação química. Ainda mais indicativo do pouco conhecimento do conteúdo de reação química é quando muitos alunos não consideram a queima de uma vela como uma reação química.

Com a finalidade de analisar qual a definição que os

alunos têm de reações químicas, foi solicitado que citassem três reações que acontecessem no seu dia a dia. Dentre os alunos DV, o aluno C não soube responder, os alunos A e B citaram exemplos que correspondiam, na verdade, a mudanças de estado físico. O aluno D escreveu algumas fórmulas, como a da água. Somente a aluna A citou “aparecimento do fogo”. Com os normovisuais (alunos que não têm deficiência visual) não foi diferente, desde que seis alunos citaram situações que estavam dadas na questão anterior, seis não souberam responder, cinco citaram transformações físicas, e muitos citaram apenas produtos que acreditavam conter reagentes, como, por exemplo, cosméticos, refrigerante, produto de limpeza, mas não reações em si. Apenas cinco alunos citaram a fermentação de pão ou bolo, quatro mencionaram acender o fogo e um citou a adição de efervescente na água.

Mortimer e Miranda (1995) também constatam que os alunos do Ensino Médio e Fundamental encontram dificuldades ao estudar as reações químicas devido à grande extensão e generalidade desse conceito. Tal fato foi comprovado com este questionamento inicial, indicando que não somente os ADV, mas todos os alunos ainda encontram dificuldades de compreensão deste conteúdo.

O questionário deixou claro que os alunos têm dificuldade em interpretar o que ocorre no nível submicroscópico em uma reação química, visto que 12 deles (44%) não souberam responder o que ocorre com os átomos e moléculas na reação de um composto efervescente com a água. As respostas mais

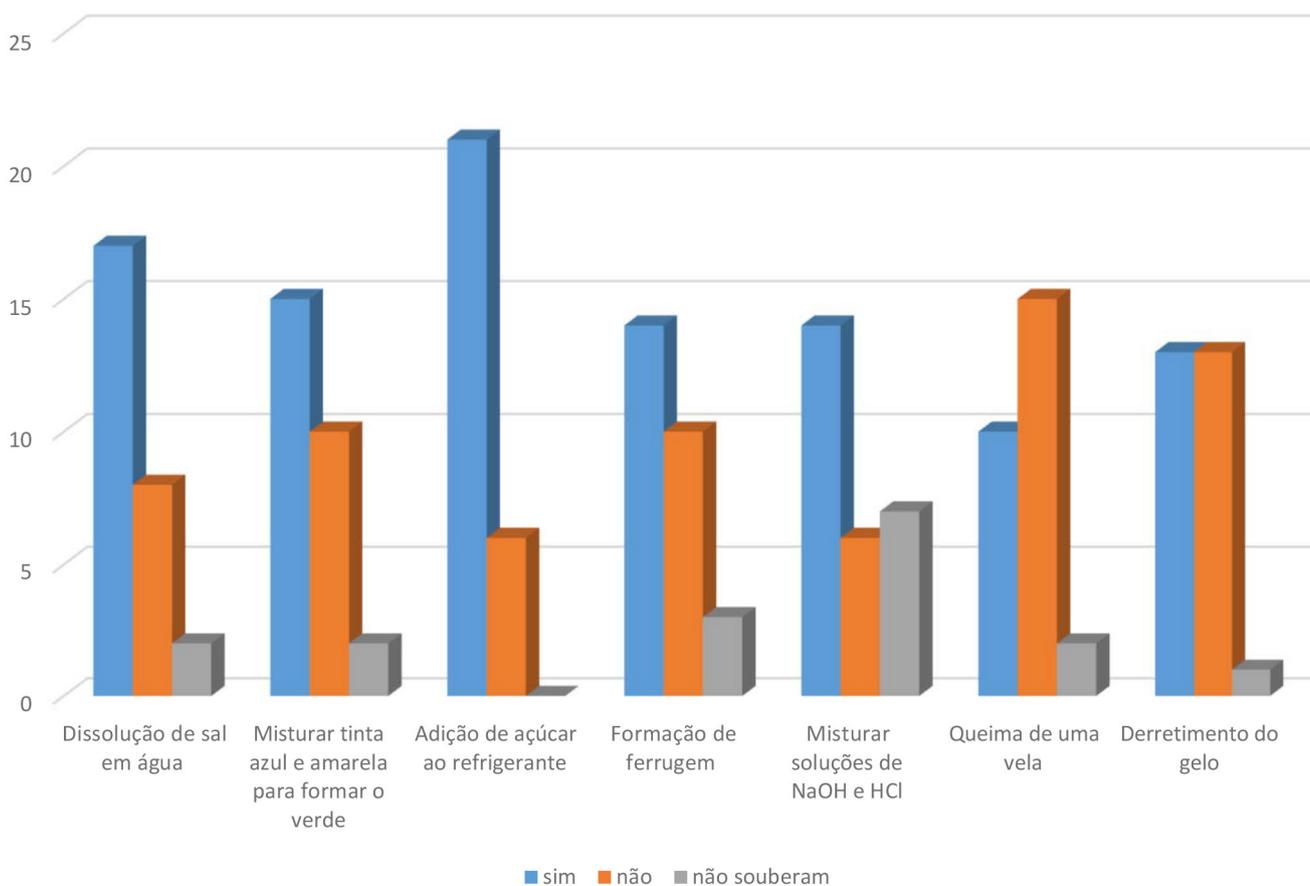


Figura 1: Fenômenos identificados como reações químicas ou não.

comuns foram que ele passa do estado sólido para o gasoso ou que ele se dilui. Apenas 3 alunos disseram que os átomos “se separam”, como nos trechos a seguir.

“O que ocorre é que a água os divide e o comprimido se torna aberto, e as moléculas cedem, se misturando com a água.”

“Quando o comprimido efervescente é dissolvido em água os átomos e moléculas se dividem durante a reação”.

Tal resposta dá a entender mais um processo de diluição do que de uma reação química, pois, apesar de dizerem que os átomos se separam, os discentes não comentam que eles se reagrupam num arranjo diferente, formando outra substância.

Muitas vezes os estudantes confundem termos como mistura e reação, diluir e dissolver, além de apresentarem dificuldades em diferenciar transformações química e física (Filho e Celestino, 2010). Eles também demonstraram, algumas vezes, que a visão microscópica de solução é muito vaga ou inexistente.

Aqui, vê-se claramente que esse tipo de confusão persiste, e os alunos têm dificuldades de entender o que ocorre no nível submicroscópico, definindo reação química como se fosse apenas uma diluição.

Os alunos DV - A, B e D responderam que durante a reação os átomos se rompem e as moléculas se separam umas das outras. O aluno C disse que as moléculas vão se misturar umas com as outras, o que foi surpreendente se comparado com as respostas dos outros alunos. Esse resultado se deve ao fato de que, como Vigotski propõe, os alunos DV desenvolvem melhor a criatividade, a memória e a atenção a fim de compensar a falta da visão. Soler (1999) descreve que a audição estimula nos ADV a adoção de atitudes de atenção, ou seja, eles realmente escutam e atentam ao que lhes é explicado. Portanto, possivelmente eles já tiveram esse conteúdo e conseguiram lembrar-se da explicação para os fenômenos; além disso, esta pesquisa indica que eles têm mais criatividade para imaginar o mundo molecular, realizando a abstração que é tão necessária à explicação submicroscópica dos fenômenos químicos, enquanto que os alunos videntes muitas vezes ficam limitados àquilo que enxergam, tendo dificuldades de imaginar a parte microscópica, como comprovado nos estudos de Soler (1999).

Os recursos mais utilizados nas aulas de química são textos, imagens, gráficos e tabelas, fórmulas, equações e modelos. Os alunos videntes consideram difícil ou muito difícil compreender as fórmulas e equações, bem como os modelos (atômicos, moleculares, etc.) e consideram fácil ou muito fácil as figuras e imagens. Já os ADV consideram fácil ou médio os textos e representações, enquanto os modelos

são difíceis (todos responderam difícil). Os gráficos, tabelas e figuras foram considerados difíceis ou muito difíceis, o que é esperado, já que são representações sobremaneira visuais.

O que se percebeu na observação e nas filmagens durante a aula foi que os ADV demoravam um pouco mais que os outros para fazerem as mesmas atividades. Enquanto eles não terminavam a tarefa, os videntes ficavam ociosos, e a sala de aula ficava tumultuada, prejudicando a aplicação dos trabalhos propostos. Outra observação relevante neste estudo foi que o grupo de ADV é separado dos outros, sentam nas duas primeiras carteiras das filas do meio, próximos entre si, mas interagindo pouco com o restante da classe. Dentre os ADV, o aluno com baixa visão é o mais partici-

pativo durante as explicações.

Apesar dos esforços e das leis criadas nos últimos anos para incentivar a inclusão, sabe-se que este é um processo que não se faz por decreto e que exige tempo e mudanças estruturais na cultura e na postura pedagógica (Bernardo, Lupetti e de Moura, 2013).

Em uma conversa gravada após as atividades didáticas, os alunos com deficiência disseram que existe uma exclusão velada e que por mais que eles participem e que os colegas videntes e os professores sejam receptivos, ainda assim eles acabam ficando num grupo à parte, separado dos colegas. Disseram ainda que acreditavam que isso era uma coisa que acontecia naturalmente, sem intenção. Mesmo assim observaram que se sentiram bem quando estavam fazendo atividades em grupos misturados de ADV e vidente, pois puderam interagir mais e trocar experiências com seus colegas.

### **A experimentação num enfoque multissensorial**

É discutido e reconhecido por muitos pesquisadores que as práticas laboratoriais motivam e estimulam o interesse dos alunos, promovem a construção de diversos conceitos e intensificam a aprendizagem de conhecimentos científicos. No caso de ADV, essas atividades devem ser adaptadas, valorizando o tato, olfato, audição e, em alguns casos, o paladar (Pires, 2010).

Soler (1999) descreve diversas atividades que podem ser realizadas nas aulas de ciências da natureza, detalhando a importância de se valorizar todos os sentidos humanos para uma observação mais completa e relevante, tanto para cegos quanto para videntes. A isto o autor dá o nome de didática multissensorial.

As reações químicas, neste trabalho, foram escolhidas devido à sua importância na compreensão de outros

conteúdos desta ciência. Mortimer e Miranda (1995) o consideram como um conceito central para o aprendizado da química, pois abrangem diversos conteúdos, sendo que seu entendimento depende do reconhecimento de que a matéria é formada por átomos e que esses átomos são conservados nessas transformações.

A elaboração do conhecimento científico é intrínseca a uma abordagem experimental, pois sua organização ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação (Giordan, 1999). Ou seja, a elaboração de hipóteses e explicações para fenômenos observados durante as investigações experimentais aproximam os alunos da construção do conhecimento científico.

Portanto, para superar os obstáculos de aprendizagem das reações químicas, atividades experimentais multissensoriais permitirão discussões das explicações que os estudantes fornecem a algumas transformações químicas simples, bem como a reinterpretção pelo professor em termos atômico-moleculares, como sugerem Mortimer e Miranda (1995). Assim, o estudante promoverá o estabelecimento de relações entre as observações e interpretações para o fenômeno e a explicação no nível submicroscópico. Para isto, foram desenvolvidos, adaptados e aplicados oito (8) experimentos químicos, os quais serão apresentados e discutidos a seguir. Ressalta-se o devido cuidado tomado nos experimentos ao selecionar e planejar experimentos simples que não envolvessem nenhum risco aos alunos DV nem aos videntes.

Os materiais utilizados não apresentavam riscos, e as vidrarias são as normalmente usadas em um laboratório de Ensino de Química, já que os alunos com deficiência visual podem sentir através do tato quais materiais estão utilizando. Sempre que necessário, esses alunos poderiam recorrer ao auxílio de seus pares para identificação dos materiais. Considerando que os experimentos eram qualitativos, para fazer a medida de volume, os alunos utilizaram béqueres de diferentes graduações, e as medidas de massa foram feitas com o número aproximado de espátulas.

#### **Experimento 1 – Dissolução de comprimido efervescente em água**

- ❖ Em um béquer adicione aproximadamente 50 mL de água;
- ❖ Ao mesmo béquer adicione uma pastilha efervescente e observe.

#### **Experimento 2 – bicarbonato de sódio e vinagre**

- ❖ Em um béquer adicionem aproximadamente 50 mL de uma solução de bicarbonato de sódio 1,0 mol.L<sup>-1</sup>;
- ❖ A esta solução adicionem aproximadamente 20 mL de vinagre comercial.

#### **Experimento 3 – Ácido clorídrico e hidróxido de sódio**

- ❖ Coloque 10 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1,0 mol.L<sup>-1</sup> em um béquer;
- ❖ Adicione a esta solução 10 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) 1,0 mol.L<sup>-1</sup>.

Em todos os experimentos os alunos respondiam às seguintes questões:

- 1) Descrevam as características macroscópicas do sistema inicial antes da mistura.
- 2) Descrevam as características macroscópicas do sistema quando vocês misturam os reagentes.
- 3) Qual a evidência de que ocorreu uma transformação?

Além das evidências visuais, esperava-se que os alunos identificassem os sons da liberação de gás, o tato para sentir o desprendimento das bolhas e a mudança de temperatura, a mudança do odor devido ao consumo do vinagre e também observassem que algumas reações não apresentam mudanças macroscópicas no sistema.

*Além das evidências visuais, esperava-se que os alunos identificassem os sons da liberação de gás, o tato para sentir o desprendimento das bolhas e a mudança de temperatura, a mudança do odor devido ao consumo do vinagre e também observassem que algumas reações não apresentam mudanças macroscópicas no sistema.*

Nos experimentos em que havia evidência, os alunos tinham facilidade em reconhecer porque houve reação química. O último experimento realizado gerou uma dúvida, surgindo a dúvida se estava ou não ocorrendo a reação química. Para confirmar que acontecia reação, a mistura foi refeita utilizando-se fenoltaleína como indicador, para que os videntes comprovassem que

havia mudança de substâncias, mesmo quando não conseguimos perceber isso através de uma evidência, e eles descreviam aos colegas cegos o que estava sendo visualizado. Este fato auxiliou a aprendizagem, pois, de acordo com a teoria socioconstrutivista de Piaget (1977), quando acontece um desequilíbrio no sistema cognitivo, ou seja, o conhecimento prévio do aluno não consegue explicar o fenômeno que está sendo observado, ele precisa assimilar e acomodar os novos fatos, criando um novo estado de equilíbrio, modificando o esquema mental anterior, que tinha algumas ideias incorretas.

#### **Experimento 4 – Dissolução de ureia e sulfato de magnésio em água**

- ❖ Identifique dois béqueres com números 1 e 2;
- ❖ No béquer 1, adicione uma pequena quantidade de ureia (5,0 g);
- ❖ Ao béquer 2, adicione a mesma quantidade de sulfato de magnésio;
- ❖ Adicione água aos béqueres até completar aproximadamente 40 mL, efetuando a dissolução das substâncias.

Questões:

- 1) O que você notou quando fez as dissoluções das duas substâncias?
- 2) Você acredita que foram formadas novas substâncias?

- 3) Se deixarmos a água dos dois sistemas evaporar, é possível obter novamente os sólidos iniciais?

#### Experimento 5 – Bala de menta no refrigerante.

- ❖ Abra uma garrafa de refrigerante (de preferência zero ou light);
- ❖ Rapidamente coloque 3 balas do tipo mentos® dentro da garrafa e observe.

Questões:

- 1) Quais mudanças você observou no sistema?
- 2) O gás liberado foi produzido por uma reação ou já existia no sistema inicial?
- 3) Neste sistema foi produzida alguma nova substância?

Alguns alunos ainda acreditaram que as dissoluções de hidróxido de sódio e ureia poderiam ser reações devido à mudança de temperatura, mas no caso do refrigerante todos identificaram que não houve reação porque o gás não foi formado, mas já estava lá. Muitas vezes os alunos do Ensino Médio e Fundamental encontram dificuldades ao estudar as reações químicas devido à grande extensão e generalidade desse conceito; há confusão entre mudança de estado físico e transformação química e obstáculos para reconhecer a reação como interação entre as substâncias (Mortimer e Miranda, 1995).

Em seguida, foi feita a explicação e discussão para reforçar que uma reação química representa a recombinação e formação de novas ligações entre os elementos químicos dos reagentes para formar os produtos, o que não implica mudanças visíveis ou irreversibilidade como alguns livros didáticos apresentam. De acordo com Mortimer e Machado (2011), as reações químicas são geralmente acompanhadas de transformações físicas, que permitem evidenciar sua ocorrência. O que podemos reconhecer são as transformações físicas, pois não há uma evidência direta de que o fenômeno ocorrido caracteriza uma reação química. É o nosso conhecimento empírico acumulado que permite identificar, por meio dessas transformações, os casos em que há produção de novos materiais e, portanto, reações químicas.

#### Experimento 6 – reação entre hidróxido de sódio e sulfato de cobre (II)

- ❖ Em um béquer adicionar 10 mL de solução de hidróxido de sódio  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ ;
- ❖ Em outro béquer adicionar 10 mL de solução de sulfato de cobre (II)  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ;
- ❖ Pesar os dois béqueres juntos e anotar a massa inicial ( $m_i$ );
- ❖ Adicionar a solução de um béquer no outro, observar;
- ❖ Pesar novamente o sistema com o béquer da mistura e o béquer vazio e anotar a massa final ( $m_f$ ).

#### Experimento 7 – reação entre bicarbonato de sódio e vinagre

- ❖ Em um béquer coloque uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio;

- ❖ Em outro béquer adicione aproximadamente 20 mL de vinagre;
- ❖ Pese o sistema com os dois copos e anote a massa ( $m_i$ );
- ❖ Adicione o vinagre ao béquer que contém bicarbonato de sódio e aguarde o fim da efervescência;
- ❖ Pese o sistema final ( $m_f$ ) e anote.

#### Experimento 8 – queima de uma palha de aço

- ❖ Pese uma palha de aço e anote a massa ( $m_i$ );
- ❖ Com auxílio de um isqueiro ou fósforo queime a palha;
- ❖ Pese após a queima ( $m_f$ ) e anote.

As questões respondidas a cada experimento foram as seguintes:

- 1) A massa foi alterada antes e após a reação?
- 2) Explique por que isso ocorre.

Os ADV utilizavam balanças de dois pratos para visualizar manualmente se haveria desequilíbrio no sistema, observando assim a mudança de massa. Já os alunos videntes utilizaram uma balança digital.

Para a primeira reação, os alunos observaram que a massa se manteve a mesma, sem alteração, antes e depois da reação. No segundo caso a massa diminuiu devido à perda de gás carbônico para o ambiente, proveniente da efervescência. Um dos grupos justificou que o comprimido efervescente “sumiu” na água. Quatro grupos, incluindo o dos ADV, afirmaram que o gás saiu do sistema, e dois grupos não explicaram.

No último experimento a massa aumentava devido à reação do ferro com o oxigênio do ar. Somente um grupo de alunos videntes e o grupo dos ADV observaram o aumento de massa, os demais grupos acabaram manuseando em excesso a esponja, perdendo um pouco de material. Nenhum grupo conseguiu explicar por que a massa aumentava.

Para concluir esta aula, foi feita a discussão coletiva, retomando a lei da conservação da massa, levando os alunos a concluir que a massa não se altera porque os átomos envolvidos na reação são os mesmos antes e depois. Foi dado destaque ao fato de que se o sistema fosse fechado a massa se manteria igual nas reações 7 e 8, porém, como as reações envolviam gases, houve diminuição ou aumento de massa.

A classe em que a pesquisa foi aplicada era, segundo os professores e as observações nas filmagens, extremamente agitada. Segundo a equipe pedagógica da escola, foi formado um grupo com mais dificuldades de aprendizagem para ficar junto com os ADV, para que o ritmo nas aulas fosse reduzido em relação às demais turmas.

Alguns pontos valem destacar aqui, como, por exemplo, no início notou-se certa resistência por parte de alguns alunos videntes no que dizia respeito aos alunos DV realizarem experimentos, entendendo que eles não conseguiriam fazer, nem observar nada. Essa visão foi logo superada na primeira prática, pois eles viram que havia diversas maneiras para se observar uma reação química.

Foi interessante observar que nas aulas em que o grupo de deficientes visuais foi dividido, ou seja, cada um deles

em um grupo de colegas videntes, a aula foi mais produtiva, a agitação foi menor, e eles estavam ajudando e tentando observar os fenômenos na perspectiva dos cegos. Já na aula em que havia um grupo de ADV e outros grupos com alunos videntes, a agitação era bem maior, e a atividade de alguns grupos não foi feita da maneira correta. A importância de encontrar estratégias que favoreçam a participação dos alunos com deficiência visual pôde ser constatada aqui, pois ensinar ciências para alunos videntes e não videntes promove não somente a inclusão e a igualdade, mas também uma melhora na aprendizagem de todos os alunos, gerando qualidade de vida (Barbosa-Lima e Castro, 2012).

Soler (1999) afirma que atividades conjuntas, nas quais os videntes auxiliam e descrevem fenômenos para os DV, diminuem os efeitos produzidos pela distração nos alunos que têm problemas de concentração. Isso pôde ser observado claramente nesta etapa da pesquisa.

Após a primeira sequência de experimentos, os alunos videntes fizeram um relato escrito de como acharam que foi a interação com os colegas DV. Todos os grupos relataram que a participação e interação foi boa e que os ADV ajudaram a perceber evidências não visuais, ajudando na compreensão dos fenômenos.

Portanto, a inclusão em alguns casos pode ser boa não só para os alunos com necessidades especiais, mas para o grupo de maneira geral. No presente caso, isso foi um fator positivo, pois se criou uma mediação, na qual os alunos com mais facilidade auxiliavam os que tinham dificuldades, e os alunos cegos mostravam aos videntes como podiam enxergar aquela reação de outra maneira. Isto pode ser explicado pela teoria de Zona de Desenvolvimento Proximal, de Vigotski (1991), pois foi observado que os alunos desenvolveram seu intelecto dentro da intelectualidade daqueles que os cercam, ou seja, para conseguir desenvolver o conhecimento esperado, eles precisaram do apoio do professor, e os alunos que conseguiam esta apropriação auxiliavam seus colegas.

Os questionários finais foram feitos com questões abertas ou em escala Likert respondidos por 21 alunos videntes e 4 ADV. Com relação aos experimentos, a maioria dos alunos videntes (16) afirmaram que gostaram de realizar os experimentos, sendo que 15 deles concordaram plenamente ou parcialmente que conseguiram relacioná-los com as teorias e equações vistas na sala de aula. Somente 6 alunos disseram não ter conseguido fazer esta relação, e 2 não responderam. A aluna A concordou parcialmente que conseguiu relacionar as práticas experimentais com a teoria, enquanto os alunos B, C e D concordaram plenamente, e todos disseram ter gostado de fazer os experimentos.

Após o término do trabalho realizado, com a sequência de atividades, apenas 2 alunos mantiveram a concepção de que reação química é aquela em que ocorrem mudanças

Foi interessante observar que antes das atividades os alunos não tinham uma clara distinção do que era reação química e o que era apenas um fenômeno físico, sendo que pouquíssimos (2) conseguiram explicar corretamente o que acontecia com os átomos e moléculas durante uma reação.

macroscópicas, 1 aluno utilizou o critério reversível x irreversível. Os demais (22), incluindo os DV, responderam que as formações e quebras de ligações numa reação química não são observáveis a olho nu, que nelas há formação de novas substâncias e que as transformações físicas são o que podemos visualizar, sem necessariamente modificar a natureza do material.

Foi interessante observar que antes das atividades os alunos não tinham uma clara distinção do que era reação química e o que era apenas um fenômeno físico, sendo que pouquíssimos (2) conseguiram explicar corretamente o que acontecia com os átomos e moléculas durante uma reação.

No questionário final, o resultado foi positivo, pois 15 alunos videntes e os 4 ADV afirmaram que reação química ocorre quando os átomos se encontram e originam novas substâncias, 3 relacionaram com mudanças físicas e somente 2 citaram o critério de irreversibilidade. Desta forma, a aplicação da sequência didática foi eficaz para todos, pois a maioria modificou as concepções incorretas que tinham no início. A Figura 2 mostra os conceitos relacionados à reação química por parte dos alunos videntes.



Figura 2: Definição dos alunos sobre reação química.

Isto se confirmou na questão seguinte, em que eles identificaram se rasgar ou queimar uma folha de papel seria reação química. O resultado foi que 20 alunos, incluindo 3 dos DV, disseram que rasgar o papel não era reação, e 17 afirmaram que queimar o papel era uma reação. Somente o aluno C trocou os conceitos. Novamente, observou-se que os poucos alunos que não responderam conforme o esperado ainda relacionavam a reação química com fatores macroscópicos ou com irreversibilidade.

Ainda para ratificar esta análise, os alunos foram questionados sobre o que acontece quando adicionamos sal à água. 18 deles, incluindo 3 dos DV, escreveram que o sal apenas se dissolve, e que isso era uma transformação física. Apenas 4 videntes e a aluna A acreditaram que havia reação química.



Figura 3: Reação feita através do programa Braille Fácil com cola 3D.

Logo, em alguns alunos permaneceu o obstáculo da experiência primeira, que são espécies de generalizações pré-científicas, que acabam tornando o conhecimento muito vago (Bachelard, 1971). Dizer que um fenômeno físico era reversível e o químico irreversível é um conceito que fazia parte dos livros didáticos até pouco tempo, portanto alguns estudantes podem ter fixado esse conceito, criando este tipo de obstáculo epistemológico.

De modo geral, porém, conseguiu-se atingir o objetivo, pois a maioria dos alunos transformou ou retificou seus conhecimentos sobre as reações, passando a considerá-las primeiramente como quebra de ligações e reorganização de átomos em moléculas diferentes das iniciais e, depois, observando as consequências macroscópicas disso, ou seja, as evidências físicas perceptíveis.

Além disso, outros pontos positivos foram observados, como a inclusão dos ADV durante as aulas nos experimentos em grupo, um trabalho em equipe mais efetivo e o desenvolvimento da colaboração entre os alunos.

### Trabalho com a grafia química Braille

Para facilitar a escrita em braille para o professor, existe um programa de computador disponibilizado no site do Instituto Benjamin Constant, chamado Braille Fácil (<http://www.ibc.gov.br/Nucleus/?catid=79&blogid=1&itemid=387>, acesso em fevereiro de 2014). Ao instalá-lo, a fonte BrailleKiama ficará disponível no *word* e o professor poderá digitar e imprimir os pontos que desejar. Podem-se cobrir os pontos com cola para deixá-los em relevo. A seguir, apresenta-se na figura 3 um exemplo de reação química representada por este programa computacional.

Na aula seguinte, uma semana depois, foi feita a leitura do texto “Reações químicas e as evidências”, seguida de uma recapitulação do que foi trabalhado nos experimentos. Na sequência, expõe-se como foram representados os fenômenos através de equações, utilizando as mesmas reações feitas no laboratório na aula anterior, trabalhando a grafia química Braille com os alunos cegos, para que pudessem acompanhar as equações junto aos alunos videntes.

Os alunos DV não conheciam a grafia química Braille, mas não tiveram dificuldades em utilizá-la. A aluna A comentou que

“Devido ao fato de ainda não ter conhecido a grafia Braille, a compreensão das fórmulas foram possíveis apenas após a explicação dada sobre como ela é montada.”

Portanto, para que seja possível o uso da grafia química Braille, é necessário que o professor a conheça e entenda,

pois sem orientação os alunos não conseguiriam assimilar alguns detalhes. A principal dificuldade foi o fato de não existir o sinal indicativo de número antes dos índices inferiores das fórmulas, o que fez surgir o comentário dos alunos de que poderiam confundi-los com letras, visto que em braille o numeral 1 tem o mesmo sinal da letra A, o numeral 2 da letra B, e assim por diante.

Mesmo assim, após um pouco de prática, eles demonstraram ter entendido e conseguiam ler sozinhos as equações químicas, compreenderam o que eram reagentes e produtos, os estados físicos das substâncias, relacionando assim a teoria com o que foi visto anteriormente na prática.

### Considerações Finais

As atividades desenvolvidas, bem como os materiais e metodologias criados, conduziram os alunos com ou sem deficiência visual à aprendizagem do conteúdo de reações químicas, de maneira igualitária, participativa e inclusiva.

A sequência didática e os materiais podem ser utilizados em qualquer escola, pois são propostas de baixo custo, com materiais comuns, sendo que os experimentos podem ser feitos até mesmo em sala de aula, caso a escola não possua laboratório de ciências. Portanto, os resultados indicam que as propostas são viáveis para qualquer professor utilizar em suas aulas, tendo ou não ADV na turma.

A intenção de promover a real inclusão dos ADV durante as aulas foi concretizada, mostrando que precisamos inicialmente ter a vontade de fazer e a iniciativa de realizar. A observação da interação e a troca de experiências entre cegos e não cegos durante a aplicação e desenvolvimento desta pesquisa foi satisfatório, mostrando que é possível a inclusão de alunos com necessidades especiais em turmas de ensino regular, indicando, assim, que projetos desta natureza são possíveis. Portanto, esperamos que esta experiência se multiplique no ensino e aprendizagem de Química.

**Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein** (fabianah@utfpr.edu.br) bacharel em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mestre e doutora em Química Inorgânica pelo Programa de Pós Graduação em Química da UFPE, e docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR. **Tatyane Caruso Fernandes** (taty\_caruso@yahoo.com.br) licenciada em Química pela UFPR, mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Formação Científica, Educacional e Tecnológica da UTFPR. Professora da Educação Básica na Rede Pública Estadual do Paraná. Curitiba, PR - BR. **Roberta Carolina Pelissari Rizzo Domingues** (robertac@utfpr.edu.br) engenheira Química pela UEM, mestre e doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), é docente da UTFPR. Curitiba, PR – BR.

## Referências

- BACHELARD, Gaston (1971). Epistemologia. Lisboa, Edições 70, 2006.
- BARBOSA-LIMA, M.C.A.CASTRO, G.F. Formação inicial de professores de física: a questão da inclusão de alunos com deficiências visuais no ensino regular. *Ciência e Educação (UNESP. Impresso)*, v. 18, p. 81-98, 2012.
- BERNARDO, A. R. ; LUPETTI, K. O.; DE MOURA, A. F. . Vendo a vida com outros olhos: o ensino de ecologia para deficientes visuais. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, v. 18, p. 172-185, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pro-Posições*, v.19, n.1, p.5-13, 1996.
- CHAGAS, J. A. S. das. Obstáculos encontrados no processo de compreensão do conceito de reação química. *Dissertação (Mestrado em Educação)*. UFPE. 2007.
- FILHO, J.R.F. CELESTINO, R.M.C.S. Investigação da construção do conceito de reação química a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. *Ciências & Cognição*, vol. 15 (1), p. 187-198, 2010.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*. São Paulo. n.10, p.43-49. 1999.
- HONTANGAS, N.A. Puente, J.L.B. Atención a la diversidad y desarrollo de procesos educativos inclusivos. *Prisma Social: revista de ciencias sociales*, Madrid, n.4, jun. 2010.
- MÓL, G.S. RAPOSO, P.N. SANTOS, G.A. NETO, J.D. BRITO, A.G. A inclusão de alunos com deficiência visual como tema em dissertações e teses nos Programas de Pós-Graduação da Área de Ensino de Ciências e Matemática da Capes. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010, Brasília.
- MORTIMER, E. F.; Machado, A. H. Química para o ensino médio: volume 1. São Paulo, Scipione, 2011.
- MORTIMER, E. F. MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de estudantes sobre Reações Químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, nov.1995.
- NASCIMENTO, C.C. COSTA, S.S.L. AMIN, L.H. Repensando o ensino de química: Uma proposta para deficientes visuais. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 4., 2010, Laranjeiras. Anais... Laranjeiras, 2010.
- PIAGET, J. O Desenvolvimento do Pensamento - Equilíbrio das estruturas cognitivas. *Publicações D Quixote*. Lisboa. 1977.
- PIRES, R.F.M. Proposta de guia para apoiar a prática pedagógica de professores de Química em sala de aula inclusiva com alunos que apresentam deficiência visual. 2010. *Dissertação – UnB*. Brasília – DF.
- ROSS, P. R. Aprendizagem e conhecimento: fundamentos para as práticas inclusivas. *Revista Perspectiva*, v. 24, n. Especial, p. 273-299, 2006.
- SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2005.
- SOLER, Miquel-Albert. Didáctica multisensorial de las ciencias: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Paidós, 1999.
- UNESCO. Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. Salamanca – Espanha, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>, acessada em março 2014.
- VIGOTSKI, L. S. Obras Escogidas V: Fundamentos de defecología. Madrid: Visor, 1997.
- VIGOTSKI, L.S. Pensamento e linguagem. 3ª ed. São Paulo, Martins Fontes, 1991.

**Abstract:** *Teaching chemistry for visually impaired students: the importance of experiments focusing on a multisensory approach.* In the last few years in Brazil, students with special needs have been transferred from specialized institutions to the regular educational system. However, the architectural infrastructure of the schools and the teachers are generally not prepared for this encounter, and barriers are prevailing against proper inclusion of these students. According to Vigotski, where students with disabilities must learn the same content at the same level as other students. We used a multisensory approach, developing a sequence of experimental activities to facilitate the teaching and learning of chemical reactions, for students with or without vision problems. The research was made with students from the second grade of high school. The activities and materials showed the effective improved learning and also showed the effective inclusion of the visually impaired students.

**Keywords:** Visual impairment, experimental activities, chemical reactions