Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio

Jomara M. Fernandes e Ivoni Freitas-Reis

De um modo geral, poucas pesquisas sobre inclusão são encontradas diretamente relacionadas ao ensino de química. No ensino dessa ciência, que faz uso de símbolos (modelos, fórmulas e equações) para explicar fenômenos a partir de conceitos abstratos, existe uma urgente necessidade de elaboração de didáticas diferenciadas, voltadas para atender as particularidades da aprendizagem, em especial, do aluno surdo. Nesse viés, a pedagogia visual surge como forte aliada ao processo de ensino e aprendizagem não somente desses alunos, como também de ouvintes. Hoje, precisamos estar preparados, em todos os sentidos, para a heterogeneidade que encontramos em sala de aula. No afã de auxiliar o professor em seu trabalho inclusivo junto a alunos surdos, esse artigo vem relatar a construção e aplicação de sequências didáticas construídas com e para a inclusão de alunos surdos no ensino dos conceitos de balanceamento de reações químicas e estequiometria.

► Surdez; Pedagogia Visual; Ensino de Química ◀

Recebido em 27/01/2016, aceito em 25/06/2016

Atualmente, a comunidade surda já conquistou vários espaços relacionados ao direito à educação e ao uso de sua língua natural, a Língua Brasileira de Sinais - Libras (Ferreira *et al.*, 2014). Uma Lei da qual essa comunidade muito se orgulha foi aprovada em 2002, a chamada Lei-Libras, Lei nº 10.436, mais tarde regulamentada pelo decreto nº 5626, onde a Libras passa a ser reconhecida como meio legal de comunicação e expressão. O decreto também dá outras providências para a inclusão do cidadão surdo em diversos setores da sociedade, tais como: assegura o direito do surdo, que queira estudar, de ter um intérprete em sala de aula e introduz a disciplina Libras nos cursos de formação de professores.

O direito à educação para todos é assegurado por lei. Na Política Nacional de Educação Especial (MEC/SEEP, 1994), o MEC estabelece como diretrizes da Educação Especial apoiar o sistema regular de ensino para a inserção de alunos com necessidades educacionais especiais e aponta a necessidade do desenvolvimento de projetos institucionais com foco em ações de integração. Esta mesma definição foi

posteriormente reforçada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394/96).

Apesar das tantas dificuldades para concretizar esse ideal de educação para todos, são promissores os discursos presentes nas políticas educacionais inclusivas. Houve avanços, o aumento do número de matrículas de alunos com diversas deficiências nas classes comuns do ensino regular se mostrou consistente ao longo dos anos, vide Gráfico 1. Por isso mesmo, o professor precisa estar preparado para a heterogeneidade que pode encontrar dentro de uma sala de aula.

Mas, conforme nos alerta Skliar (1998), incluir verdadeiramente vai muito além de apenas garantir acesso físico. Incluir um aluno surdo em sala de aula requer que o professor, e os demais envolvidos, compreendam a surdez como cultura própria. Respeitando o “ser surdo” principalmente no que tange o seu modo de aprender e de se comunicar.

A educação consiste em propiciar ao indivíduo, pela diversidade de oportunidades e o conhecimento de si e do mundo, a chance de se tornar um cidadão em todos os níveis que se possa atribuir ao termo. Concomitante, a educação deve buscar suas fontes de apoio nos recursos da pessoa, por mais escassos que eles sejam mediante a consideração de suas necessidades. A escolha do recurso educacional mais

A seção “Ensino de Química em Foco” inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

Gráfico 1: crescimento do número de matrículas de alunos com necessidades especiais em escolas regulares e a diminuição do número de matrículas destes alunos em escolas especializadas. (Fonte: MEC/Inep/Deed. BRASIL, 2014).

apropriado a cada aluno constitui um dos aspectos mais relevantes da educação especial.

Para pensar a verdadeira inclusão é preciso movimentar-se em busca de repensar a escola a fim de que esta saia de um roteiro que considera todos de maneira homogênea e passe a considerar a heterogeneidade existente. É importante que esse seja o principal ideal de uma escola efetivamente inclusiva, que procura contemplar os limites e as potencialidades de todos os estudantes (Silva e Reis, 2011; Gomes, Souza e Soares, 2015).

Para Perlin e Strobel (2006), a educação para surdos deve basear-se na pedagogia surda, onde precisa ser destacada a diferença linguística, cultural, política em que esses sujeitos estão imersos. É através da experiência visual que ocorre a interação entre o indivíduo surdo e o meio que o cerca (Campello, 2008). Por isso é fundamental que os processos de ensino e aprendizagem de alunos com surdez envolvam atividades visuais, de forma a fazer com que esse possa ler imagens e delas extrair significados de forma interdependente à constituição do pensamento.

Dar ao conhecimento a ser ensinado um sentido visual é o desafio e vai ao encontro das necessidades educacionais dos alunos surdos e, embora estudos nesse campo de pesquisa ainda sejam escassos, já é fato ser a pedagogia visual um eficiente caminho para um bom trabalho junto a esses alunos. Buzar (2009) evidencia essa questão quando identifica a singularidade visuoespacial do sujeito com surdez. A autora destaca que aqueles que não ouvem percorrem outro caminho para se expressar, se comunicar e entender o mundo. Desse modo, as práticas que privilegiam a visualidade se mostram elementos importantes.

Um dos grandes obstáculos a ser vencido por nós professores de química, como revela o trabalho de Gabel (2000), está justamente no fato de ser a química uma ciência que

exige grande abstração. Exige que imaginemos o que não podemos ver, que criemos modelos mentais que represente o que ocorre em nível submicroscópico. Mas como desenvolver um pensamento abstrato na mente de nossos alunos? “Ensinar” química já não é uma tarefa fácil, independentemente de o aluno possuir alguma necessidade educacional especial ou não.

No processo de interpretação e sentido conceitual em aulas de química, a linguagem tem um importante papel. No que tange aos alunos surdos, verifica-se que o aprendizado não ocorre ou, ocorre de forma precária, sobretudo quando os professores recorrem somente à oralidade e escrita para intermediar o processo de ensino e aprendizagem do conhecimento científico (Queiroz *et al.*, 2010).

Ferreira *et al.* (2014) apontam que as principais dificuldades encontradas no ensino de química com foco no aluno surdo estão, principalmente, no desconhecimento do professor quanto às peculiaridades e identidade do seu aluno surdo; na falta de estratégias didáticas construídas com e para surdos; na frágil interação do professor regente com o intérprete no trabalho em sala de aula; e na carência de terminologias químicas em Libras, que compromete diretamente a construção do conhecimento.

Concordamos e reforçamos que o ensino de química para alunos surdos necessita da construção de estratégias didáticas visuais. Estratégias essas pensadas tendo recursos multimodais, imagéticos e o uso de materiais concretos, como eixo central da proposta pedagógica (Gomes, Souza e Soares, 2015).

Assim, nosso principal objetivo ao produzir um trabalho como este foi cruzar as duas vertentes: a educação de alunos surdos e o ensino de química. Nossa inquietação inicial consistia em responder à seguinte questão: existe uma maneira responsável e eficiente para trabalhar a química junto a esses alunos, atendendo da melhor maneira possível suas peculiaridades? Pensando nisso é que desenvolvemos, junto a surdos, sequências didáticas para o ensino dos conteúdos de balanceamento de reações químicas e estequiometria.

Vale salientar aqui que a proposta elaborada não tem a pretensão de substituir, ou ser mais completa, que outros materiais já disponíveis na literatura educacional para o ensino desses conteúdos. Mas sim, objetiva auxiliar a prática docente frente aos desafios e peculiaridades do processo de aprendizagem do aluno surdo.

Procedimentos Metodológicos

Para definir qual o conteúdo a ser trabalhado no desenvolvimento da proposta didática inclusiva, decidimos fazer um levantamento aplicando um questionário semiestruturado para alunos surdos, ouvintes e seus professores de química,

No processo de interpretação e sentido conceitual em aulas de química, a linguagem tem um importante papel. No que tange aos alunos surdos, verifica-se que o aprendizado não ocorre ou, ocorre de forma precária, sobretudo quando os professores recorrem somente à oralidade e escrita para intermediar o processo de ensino e aprendizagem do conhecimento científico (Queiroz *et al.*, 2010).

de sete escolas estaduais de uma cidade de Minas Gerais, com cerca de 530 mil habitantes. Apenas sete escolas deste município possuíam alunos surdos matriculados no Ensino Médio, segundo a Superintendência Regional, em 2014.

Como resultado, obtivemos os conteúdos de balanceamento de reações químicas e estequiometria como os mais assinalados pelos participantes da pesquisa: dos oito professores de química, 62,5% votaram nesses tópicos; dos 170 alunos ouvintes, 50,6%; e dos 11 alunos surdos, 72,7% apontaram também esses conteúdos.

Definido o conteúdo químico, quatro surdos foram por nós convidados a participarem da etapa de construção da proposta didática: Ana, Maria e João - todos já formados no Ensino Médio. Pudemos contar também com uma professora surda do departamento de Letras-Libras de nossa universidade.

Os encontros para o trabalho dos conteúdos supracitados ocorreram durante os meses de setembro a dezembro de 2014, perfazendo um total de oito encontros de frequência média semanal com duração de aproximadamente duas horas cada. Pode-se esquematizar o que foi trabalhado em todos os encontros do grupo de pesquisa formado em quatro momentos principais (Figura 1).

Figura 1: Os principais momentos do desenvolvimento das didáticas inclusivas realizadas durante os encontros do GPEQIS. (Fonte: Dados de pesquisa)

Nesses encontros nós pesquisadoras, na condição de professoras de química, buscamos trabalhar os conceitos empregando diferentes estratégias que explorassem a potente visualidade do surdo, a experimentação, a produção de desenhos, uso de analogias e materiais concretos. Preocupando-nos sempre em atender ao que os surdos apontavam como eficiente, ou não, para sua aprendizagem.

Posteriormente, aplicamos as estratégias didáticas construídas pelo grupo em uma turma de 2º ano do ensino médio de duas escolas de ensino regular onde, em cada turma, haviam dois surdos matriculados. Desse modo, a estratégia de ensino foi aplicada a um total de quatro estudantes surdos e a seus colegas de classe ouvintes, somando quarenta e quatro alunos ouvintes, durante seis aulas de 50 minutos cada, no mês de abril de 2015.

Todas as etapas do desenvolvimento da pesquisa aconteceram com o intermédio de um intérprete de Libras na mediação da comunicação. Cada sala de aula alcançada possuía um profissional intérprete para o atendimento do aluno surdo ali matriculado. Nos encontros do grupo de pesquisa que objetivou a construção das estratégias de ensino contamos com a

colaboração de intérpretes, cedida pela própria universidade. Esse apoio do profissional intérprete de Libras durante todo o desenvolvimento do trabalho foi essencial, visto que, tanto os professores de química das escolas, quanto as pesquisadoras, não possuíam fluência em Libras para trabalhar diretamente com os surdos participantes.

Resultados e Discussão

A Construção das Sequências Didáticas Junto aos Surdos

1º momento: Estudo das Reações Químicas - identificando e balanceando reagentes e produtos

No primeiro encontro, discutimos inicialmente o aspecto das equações químicas serem representações simbólicas dos fenômenos que observamos na natureza e no dia a dia. Com fotos de pregos enferrujados e combustão de uma folha de papel, trabalhamos as equações químicas referentes a esses fenômenos.

No segundo encontro o tema foi a Lei da Conservação das Massas. Trabalhamos os fundamentos da lei de conservação das massas, tendo como ponto de partida a expressão, muito repetida pelo senso comum e atribuída a Lavoisier (1743-1794) “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Falamos um pouco sobre esse estudioso e exemplificamos um dos trabalhos realizados por ele com a reação que ocorre entre nitrato de prata e cloreto de sódio (Lavoisier, 1790). Em tubos de ensaio, observamos, qualitativamente, a formação do sólido cloreto de prata.

Trabalhamos a reação executada com massinhas de modelar e palitos, para representar os átomos e as ligações, a concepção de que ocorre um rearranjo entre os reagentes para formar os produtos. Foi enfatizado que o motivo de haver um rearranjo é que regia a ideia de ter espécies em mesma quantidade nos dois lados da reação.

No terceiro encontro, resgatamos as ideias que envolvem o balanceamento de equações químicas, enfatizando que é preciso verificar sempre se o número de átomos é o mesmo em ambos os lados da equação. Desenhamos em uma folha de papel a reação de combustão do metano, onde a principal problemática trabalhada nessa ocasião foi a necessidade de colocarmos mais uma molécula de O_2 nos reagentes e mais uma molécula de H_2O nos produtos, para obtermos um balanceamento correto, conforme consta na Figura 2.

Figura 2: Dinâmica do balanceamento da reação de combustão do metano. (Fonte: Dados de pesquisa)

Simulamos ainda essa mesma reação em modelos de bolinhas de isopor, onde foi possível explicar por que não podemos retirar átomos das moléculas durante o balanceamento, uma vez que se procedêssemos assim, estaríamos alterando a natureza da molécula. Também utilizamos as bolinhas de isopor para simular e balancear a reação de produção da água e do gás amônia a partir das respectivas substâncias elementares. Para sanar a necessidade de visualizar os compostos envolvidos nessas reações separadamente - necessidade apontada pelos próprios surdos - utilizamos imagens de lixão, que é uma das fontes de gás metano, foto do incêndio de um balão dirigível que utilizava hidrogênio como fluido ascensional, foto sobre aplicação dos gases nitrogênio e amônia.

2º momento: Estudo da Reação entre Sulfato de Cobre e Ferro: Reagentes Limitantes e em Excesso

O objetivo do quarto encontro foi trabalhar a questão do balanceamento de reações químicas adentrando nos conceitos de reagentes limitantes e reagentes em excesso. Para esta abordagem, preparamos quatro tubos de ensaio com quantidades iguais de sulfato de cobre, porém com quantidades variadas de palha de aço. Optamos por trabalhar com essa reação por ser de fácil entendimento e visualmente interessante. Conforme a reação se processava trabalhamos a equação química no quadro enquanto comparávamos com as mudanças que estavam ocorrendo.

No momento, eles sentiram a necessidade de visualizar o cobre, o ferro, o sulfato separadamente e aplicados em materiais do dia a dia. Então, com uma moeda de cinco centavos fizemos uma comparação com a cor acobreada da palha gerada nos tubos. Discutimos que o mesmo cobre do qual estamos falando na reação é o cobre das moedas e dos fios de cobre. Bem como o ferro com o qual estamos trabalhando no quadro é o mesmo ferro que compõe a palha de aço, e tantos outros materiais que conhecemos à base de ferro. Porém, em cada caso, os átomos se arranjam de maneiras diferentes, bem como, combinam-se com outros átomos também diferentes, resultando nas mais diferentes formas e cores, como no caso do sulfato de cobre e do sulfato ferroso.

Passamos para a simulação dessa reação com bolinhas de isopor. Trabalhamos o que ocorre em nível submicroscópico na reação, onde podemos representar como se o “átomo” de ferro “deslocasse” o “átomo” de cobre e se ligasse ao aglomerado iônico de sulfato e os “átomos” de cobre se depositassem na palha de aço.

Cada um dos participantes foi instruído a representar, com bolinhas de isopor, o aglomerado iônico de sulfato de cobre e, para cada um, foram disponibilizadas quantidades diferentes de bolinhas que representavam o “átomo” de ferro. Discutimos assim o fato de que, para essa reação de proporção 1:1, quando houver a mesma quantidade de cada um dos reagentes, a reação se processará por completo.

Diferentemente, se houver um excesso de um dos reagentes quem determinará a quantidade de produtos formados será o reagente em menor quantidade. Ainda foi possível salientar que mesmo que um determinado reagente esteja em

excesso, este não ‘desaparece’, mas sim continua no meio reacional, como era possível identificar nos tubos de ensaio quando havia excesso de um dos componentes.

3º momento: Produção de Desenhos - Representando o Balanceamento de Reações

No quinto encontro o objetivo principal foi avaliar o que os participantes surdos interiorizaram de tudo o que foi trabalhado até então e, principalmente, qual a memória ou impressão imagética que o conceito de balanceamento de reações produziu em cada um (Benite e Benite, 2013). Distribuímos papéis e lápis de cor e pedimos que escolhessem e representassem como quisessem o balanceamento das seguintes reações:

- I) $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$
- II) $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$ e
- III) $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

A produção dos desenhos no contexto dessa etapa atuou como um mecanismo que possibilitou a representação de situações empíricas que foram recentemente estudadas (Benite e Benite, 2013). Nesse sentido, o desenho permitiu que o sujeito demonstrasse como transita seu conhecimento do nível representacional ou simbólico para o submicroscópico. E, como podemos observar através das Figuras 3, 4 e 5 os integrantes surdos conseguiram desenvolver um raciocínio satisfatório na tentativa de balancear as reações químicas propostas.

Figura 3: Desenho feito pela integrante Maria para executar o balanceamento da reação de produção de água. (Fonte: Dados de pesquisa)

Figura 4: Desenho produzido pela integrante Ana para simular o balanceamento da reação de obtenção do gás amônia. (Fonte: Dados de pesquisa)

Destaca-se nesses desenhos o uso das distintas cores que representam os diferentes átomos e o rearranjo entre

Figura 5: Desenho elaborado pelo integrante João para balancear a reação de obtenção do gás amônia. (Fonte: Dados de pesquisa)

eles, observado nos produtos. Outro aspecto que também é possível notar é a associação do balanceamento das equações com números e quantidades, evidenciando que os surdos entenderam que existe uma relação numérica que precisa ser obedecida.

O trabalho anteriormente realizado com os modelos de massinha e bolinhas de isopor auxiliou na construção de um raciocínio submicroscópico do que ocorre durante uma reação química, podendo ser claramente observado que todos os três estudantes levaram em conta em suas representações o rearranjo/interação que ocorre entre os reagentes.

Sem forçá-los a mostrarem suas aprendizagens de maneira inapropriada à sua condição de ser surdo, o desenho tornou possível que eles expressassem de forma natural o que assimilaram e como executam um balanceamento de uma reação. Além disso, se mostrou também um mecanismo interessante na medida em que pode denunciar dificuldades e erros conceituais.

4º momento: Desenvolvimento de Concepções acerca da quantidade de matéria e sua unidade de medida - o Mol.

Nos três últimos encontros que se seguiram desenvolvemos a adaptação do conhecimento trabalhado sobre balanceamento agora para concepções acerca do conceito de quantidade de matéria. No sexto encontro, começamos por estimular a imaginação do quão submicroscópicos são os átomos e moléculas a ponto de ser necessário sextilhões delas para mensurarmos em gramas de massa.

Trabalhamos a ideia do diminuto tamanho do átomo, de que quanto menor o volume, ou tamanho da entidade, maior é a quantidade necessária para a ocupação de um mesmo volume de espaço, e que é possível conter toda essa gigantesca quantidade de unidades em apenas alguns gramas de matéria.

Como estratégia visual, colocamos à mostra três copos de 200 mL e em cada um pusemos bolinhas de isopor de raios diferentes (Figura 6). A estratégia ajudou a levá-los a imaginar quantas inúmeras moléculas de água deveria haver no copo cheio com água. Passamos agora a falar em quantidades molares. Explicitamos que 1 mol representa 6×10^{23} unidades, e abrimos a notação científica em 600 000 000 000 000 000 000 000.

Usamos analogias para facilitar o entendimento. Com fotos de dúzias de ovos, dúzias de garfos e dúzias de grampos, discutimos que toda dúzia possui doze unidades. Levamos também fotos com cento de salgadinhos e cento de um real

Figura 6: estratégia visual utilizada para estimular a imaginação da possibilidade de haver um número extremamente grande de partículas em um pequeno volume. (Fonte: Dados de pesquisa)

para mostrar que todo o cento possui 100 unidades. E assim, como a dúzia e como o cento, a unidade de medida mol, representa 6×10^{23} unidades.

No sétimo encontro retomamos a concepção de o mol ser uma grandeza a qual representa 6×10^{23} unidades de determinada entidade. Mais uma vez, associando às fotos das dúzias e centos. Executamos a reação entre sódio sólido e água, em presença de fenolftaleína. Lançamos a equação da reação no quadro e discutimos a causa da mudança de coloração da solução de incolor para rosa, bem como ser essa uma reação que libera muita energia. Novamente, trabalhamos a ideia de que a reação não ocorre apenas entre um átomo de sódio metálico e uma molécula de água, pois se assim fosse, seria impossível observarmos a reação.

Informamos que a constante de Avogadro possibilita fazer uma conexão entre o que não enxergamos e o que conseguimos enxergar. Ou seja, é uma constante de proporcionalidade que permite relacionar quantidade de matéria com o número de entidades (Silva e Rocha-Filho, 2013). Trabalhamos essa ideia junto às imagens associadas na Figura 7. Chegamos então à concepção de que a massa de uma porção de alguma substância cuja quantidade de matéria (unidades) é um mol (6×10^{23}) chamamos de massa molar.

Figura 7: Estratégia visual utilizada para trabalhar a concepção de uma molécula ser submicroscópica e um mol de moléculas macroscópico - mensurável. (Fonte: Dados de pesquisa)

No último encontro, novamente deixamos em exposição o esquema dos copos preenchidos com bolinhas de diferentes raios (Figura 06). Lançamos um questionamento ao grupo: Seria possível calcularmos quantas moléculas de água existem nesse copo com água?

Calculamos juntos aproximadamente quantas moléculas de água existiriam em diferentes massas de água. Para tal, usamos béqueres e uma balança onde pesamos 0,18g de água, 1,8g, 18g e 180g. Juntos, desenvolvemos os cálculos e, após analisarem os resultados, chegaram a uma conclusão:

dentre as quatro medidas, existem mais moléculas em 180g de água. Assim, perceberam que é possível estimar a quantidade de matéria presente em uma massa pré-determinada de qualquer substância.

Com a discussão desses cálculos concluímos a etapa de construção de estratégias didáticas. Na opinião dos integrantes surdos, os encontros os faziam pensar e pensar é importante para entender. Para eles, aula com experimentos é muito melhor, porque é possível ver as mudanças acontecendo e relacionar com a reação química do quadro:

“Eu gostar! Faz parte ensinar química. Fazer assim ajudar aprender. Foi bom! A parte com palha de aço, ver cores, muito legal”! (Maria)

Foi possível identificar também, através do que expressou Maria, que o uso da experimentação foi além da mera motivação. Os surdos demonstravam a todo o momento que gostavam das aulas com experimentos.

Percebíamos conforme o desenvolvimento do trabalho junto aos surdos que o grande desafio era tornar possível que o conhecimento fizesse sentido visual a eles. Sem dúvida, transpor o conhecimento a ser ensinado para o nível visual é desiderato e ao mesmo tempo nada trivial. Por isso mesmo, foi interessante que o desenvolvimento dessas estratégias de ensino tenha acontecido junto a surdos, pois assim eles puderam opinar e revelar o que fazia sentido ou não para eles.

Além da explicação com respaldo visual, notamos que era essencial colocá-los para montar as estruturas das moléculas, executar os rearranjos, desenhar o que entenderam, pois através desses momentos é que identificávamos as dificuldades e quais pontos ainda precisavam ser mais bem trabalhados.

A utilização de modelos no ensino das ciências se mostra muito eficiente para facilitar a visualização, fundamentar e elaborar testes de novas ideias e explicar comportamentos e propriedades do sistema modelado (Gilbert, Boulter e Elmer, 2000; Justi e Gilbert, 2002). Assim sendo, a compreensão das estruturas e dos processos que ocorrem em nível submicroscópico é essencial e as representações em modelos acabam por conferir certa noção de concretude às entidades abstratas.

Explorar o visual, além de ser essencial na educação de surdos, se mostra também muito eficaz na retenção da aprendizagem do ouvinte. Em um estudo sobre retenção mnemônica, Ferreira e Silva Júnior (1975) apontam a visão como o maior responsável de tudo aquilo que aprendemos. Pereira, Benite e Benite (2011) e nós, as pesquisadoras, também corroboramos essa ideia.

A Aplicação da Proposta Didática em Sala de Aula do Ensino Regular com alunos surdos incluídos

Esta etapa consistiu na aplicação das estratégias de ensino desenvolvidas durante os encontros do grupo relatado acima. Além da importância de se construir a estratégia de ensino junto a surdos, existe também a necessidade de analisar o quanto a estratégia é verdadeira no auxílio da construção do saber de alunos ouvintes e surdos em uma sala de aula

do ensino médio regular. A seguir, expomos os resultados provenientes das atividades realizadas.

A primeira aula foi destinada ao trabalho de reações químicas como representações dos fenômenos que nos cercam. Buscamos sondar, inicialmente, os saberes que os alunos já detinham sobre identificar reagentes, produtos, estados físicos, etc. Nenhuma atividade fora desenvolvida e a conversa em sala de aula revelou que grande parte dos alunos já detinha conhecimentos suficientes para o desenvolvimento do trabalho que se seguiria.

Na segunda aula foi trabalhada a reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio. A execução da prática despertou grande interesse dos alunos, que se sentaram mais próximos e ficaram mais atentos ao que ocorreria. Antes da execução da reação, foi distribuída aos alunos uma atividade que buscava trabalhar as concepções relacionadas à Lei da Conservação das Massas, sistematizada por Lavoisier. Nessa atividade, era proposto o seguinte:

“Representar o que ocorre (em nível atômico) na reação entre nitrato de prata (AgNO_3) e cloreto de sódio (NaCl). Atenção ao considerar os estados físicos dos reagentes e produtos envolvidos na reação”.

Aplicamos a atividade em questão na tentativa de averiguar o que os alunos interiorizaram do experimento realizado. As Figuras 8 e 9 são ilustrações da ideia que grande parte dos alunos desenvolveu nessa atividade. A presença da balança, indicando a relação com massa e os rearranjos entre as moléculas, foram traços recorrentes.

Figura 8: Produção de imagem feita por uma dupla de ouvintes sobre a reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio. (Fonte: Dados de pesquisa)

Figura 9: Produção de imagem feita pelo aluno surdo e sua dupla ouvinte, retratando a reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio. (Fonte: Dados de pesquisa)

Na terceira aula foram trabalhadas as concepções acerca dos reagentes limitantes e em excesso utilizando como estratégia o estudo da reação que ocorre entre sulfato de cobre

e ferro (em diferentes quantidades). No quadro trabalhamos a representação do rearranjo que ocorre entre os reagentes formando os produtos.

Orientamos aos alunos que observassem detalhadamente a diferença entre os tubos de ensaio (que continham diferentes quantidades de reagentes), apontando o que estava em excesso em cada caso. Nesse momento, solicitamos a formação de grupos e distribuímos quantidades pré-determinadas de bolinhas coloridas de isopor. Cada grupo detinha bolinhas suficientes para montagem de dois aglomerados iônicos de sulfato de cobre e quantidades variadas (1 a 5) de bolinhas que representava o “átomo” de ferro.

Era preciso que os alunos simulassem a reação entre o aglomerado iônico sulfato de cobre e o “átomo” de ferro e depois desenhassem na mesma folha o que obtiveram, respeitando sempre as quantidades (Figura 10). Cada grupo também deveria escrever em uma folha a reação na forma molecular, desenhar os modelos construídos com as bolinhas e ainda indicar quais espécies estavam em excesso (Figuras 11 e 12).

Figura 10: A simulação, por grupo de alunos, da reação entre sulfato de cobre e ferro. Na segunda imagem, os esquemas foram montados por dois alunos surdos em parceria com mais dois colegas ouvintes. (Fonte: Dados de pesquisa)

Figura 11: Produção de desenho feito por um grupo de alunos. Na parte inferior central lê-se: ‘não tem reagente em excesso’. (Fonte: Dados de pesquisa)

A dinâmica da tarefa gerou mobilização e discussão entre os alunos na medida em que trocavam opiniões e ensinavam um ao outro. Essa atividade permitiu trabalhar em curto espaço de tempo aspectos macroscópicos, submicroscópicos e representacionais do fenômeno em questão. Vale ressaltar que a questão de geometria molecular não foi trabalhada por não ser, no momento, o nosso objetivo.

Na quarta aula trabalhamos as ideias iniciais dos conceitos relacionados ao número de mol. Discutimos que, por ser o mol uma unidade de medida, cuja grandeza representacional envolve sextilhões de moléculas, era possível mensurar essa

Figura 12: Produção de desenho feito por um grupo de alunos. Na parte inferior central entende-se: ‘Ferro estava em excesso porque tinha 3 ferros para 2 sulfatos’. (Fonte: Dados de pesquisa)

quantidade de átomos ou de moléculas, em gramas. Um questionamento foi lançado à turma: qual massa corresponde a um mol das diferentes substâncias?

Nesse momento ninguém soube responder. Então, solicitamos que pegassem a tabela periódica e atentassem para a massa que cada átomo possui. Assim, 1 átomo de ouro (Au) tem massa correspondente a 170 unidade de massa atômica (u), mas 1 mol de átomos de ouro (Au) tem massa correspondente a 170 gramas. Nesse sentido, vários outros exemplos foram dados.

Duas atividades (Apêndices 1 e 2, respectivamente) foram distribuídas aos alunos para que desenvolvessem individualmente. Foi satisfatório observar que, nessas atividades, os alunos surdos conseguiram pensar e executar sozinhos a relação correta que foi pedida. A frequência de acertos dos alunos foi de 93,2%, saindo dessa margem apenas três (6,8%) alunos ouvintes do total de 44 alunos somando as duas turmas que participaram dessa atividade.

Na quinta aula colocamos em exposição os quatro copos com bolinhas de diferentes raios (Figura 06). Mostrou-se importante esse trabalho sobre a matéria ser constituída de partículas submicroscópicas, pois, somente depois de entenderem esse fato, os alunos admitiram que no copo com água existiam inúmeras moléculas de água e não somente uma, como de início alguns alegaram. Logo foi proposto aos alunos que calculassem quantas moléculas de água existiam nos volumes de 10 mL, 200 mL e 500 mL. Os resultados foram agrupados no quadro e discutidos.

Na sexta e última aula o foco foi trabalhar as relações matemáticas existentes entre massa, quantidade de matéria e número de entidades. Durante a execução dos cálculos propostos foi possível notar que a principal dificuldade dos alunos estava em montar a regra de três corretamente. A dinâmica e as discussões que permearam o desenvolvimento desses exercícios foram muito ricas.

Ao final do trabalho e em conversa informal, os professores disseram ter gostado da dinâmica de sala de aula, que conceitos tão difíceis de serem ensinados como esses precisam ser o foco de pesquisas que facilite a ação docente. Alegaram que, por falta de recursos e tempo, fica difícil levar

experimentos para as aulas, mas que inegavelmente é um recurso que desperta muito interesse nos alunos.

Os profissionais intérpretes também foram ouvidos e apontaram a necessidade de didáticas pautadas em linguagem visual, desabafaram as muitas lutas que precisam superar com surdos que chegam ao ensino médio quase sem saber ler e escrever. Apontaram também a influência (positiva ou negativa) que a postura do professor, em sala de aula diante do aluno surdo, exerce no bom ou mau desenvolvimento da aprendizagem desse aluno.

Algumas Considerações

Esta pesquisa, com foco no desenvolvimento de estratégias de ensino, teve o propósito de averiguar quão eficiente se mostra o uso de recursos visuais aliados à experimentação no ensino de química com vistas no aluno surdo. Durante o desenvolvimento das metodologias junto a surdos e a aplicação dessas em sala de aula regular, com alunos surdos incluídos, nos deparamos com a imensa vontade de aprender e de adquirir novos conhecimentos por parte desses sujeitos.

Explorar o visual, além de ser essencial na educação dos indivíduos com surdez, se mostra também muito eficiente na retenção da aprendizagem do ouvinte. Desse modo, acreditamos que toda a prática pedagógica voltada para o trabalho com alunos surdos - de igual modo eficiente para ouvintes - deve estar pautada no uso de recursos visuais e de materiais concretos. A pedagogia visual aparece como forte paradigma frente à educação de surdos. Ela é definida como sendo a pedagogia que se ergue sobre os pilares da visualidade, ou seja, que tem no signo visual seu maior aliado no processo de ensinar e aprender (Campello, 2008).

Considera-se que a presente pesquisa indica a viável e promissora possibilidade de se pensar em recursos facilitadores da aprendizagem do surdo e, nesse sentido, a adoção

de recursos visuais junto à experimentação pode ser um deles. Explorar a experimentação no ensino de química, além de motivar o aluno, permite a reformulação da concepção que muitos deles têm com respeito à disciplina: complexa, difícil, abstrata.

Também se mostra extremamente importante nos preocuparmos com o planejamento de exercícios de avaliação para serem utilizados como ferramenta na averiguação dos conhecimentos construídos. Esses precisam estar condizentes com o discurso da inclusão e a realidade do aluno. No planejamento dos exercícios, é conveniente a utilização de diversos recursos de estímulos visuais, tais como: apresentação de figuras, produção de desenhos, modelos didáticos concretos, experimentação, dentre outros.

No viés da inclusão, o direito à aprendizagem e o acesso a níveis mais elevados de educação fazem parte do que está posto como igualdade de direitos e de oportunidades educacionais para todos. Ainda existe muito a ser feito em prol da educação das pessoas surdas. É preciso desenvolver uma melhor conscientização em todos os âmbitos da sociedade e, principalmente, na formação do professor. Evidencia-se que o surdo necessita de estratégias de ensino e processos de avaliação escolares condizentes com suas peculiaridades de ser surdo.

Jomara Mendes Fernandes (jomarafernandes@yahoo.com.br) graduada em Química-Licenciatura e Bacharelado Interdisciplinar em Ciências Exatas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Vinculada ao programa de pós-graduação em química da mesma universidade como mestranda na área de Educação em Química. Juiz de Fora, MG – BR. **Ivoni de Freitas Reis** (ivonireis@gmail.com) graduada em Química pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, mestre e doutora em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP. Atualmente é professor permanente, adjunta IV, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde coordena o PIBID desde 2012. Juiz de Fora, MG – BR.

Referências

- BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. Ensino de química e surdez: análise da produção imagética sobre transgênicos. *Journal of Science Education*, v. 14, p. 37-39, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Política Nacional de Educação Especial: livro 1. Brasília: MEC/SEESP, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Censo Escolar da Educação Básica 2013 Resumo Técnico. Brasília, 2014.
- BUZAR, E. A. S. A singularidade visuo-espacial do sujeito surdo: implicações educacionais. Dissertação. Faculdade Educação da Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- CAMPELLO, A. R. S. Aspectos da visualidade na educação dos surdos. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- CANAU, V. M. F. Direito à Educação, Diversidade e Educação em Direitos Humanos. Educação e Sociedade, Campinas, v.33, n.120, p. 715-726, 2012.
- FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F.; PITANGA, A. F. Dez Anos da Lei da Libras: Um Conspecto dos Estudos

Publicados nos Últimos 10 Anos nos Anais das Reuniões da Sociedade Brasileira de Química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 3, p.185-193, 2014.

FERREIRA, O. M. C.; SILVA JÚNIOR, P. D. Recursos Audiovisuais para o Ensino. São Paulo: EPU, 1975.

GABEL, D.L. The complexity of chemistry and implications for teaching. In: FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, v. 11, n. 3, p. 300-308, 2000.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: J. K. Gilbert; C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, 2000, p. 3-18.

GOMES, E. A.; SOUZA, V. C. A.; SOARES, C. P. Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. *Experiências em Ensino de Ciências*, UFRGS, v. 10, p. 81-97, 2015.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the educations of modellers. *International Journal os Science Education*, v. 24, n.

4, p. 369-387, 2002.

LAVOISIER, A.L. Elements of Chemistry. Trad. R. Kerr. Edinburgh: William Creech, 1790.

PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de Química e Surdez: Sobre Interações Pedagógicas Mediadas pela Visão. Química Nova na Escola, v. 33, n. 1, 2011.

PERLIN, G. STROBEL, K. Fundamentos da Educação de Surdos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SILVA, L. R. S.; REIS, M. B. F. Educação Inclusiva: o desafio da formação de professores. REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura, UEG-Inhumas, v.3, n.1, p.07-17, 2011.

SILVA, R. R.; ROCHA-FILHO, R. C. Cálculos Básicos da Química. EdUFSCar, 3ª edição, São Carlos, 2013.

SKLIAR, C. A surdez: um olhar sobre as diferenças. Porto

Alegre: Mediação, 1998.

QUEIROZ, T. G. B. Estudos sobre o papel da linguagem no ensino de ciências/química para o aluno surdo. Anais da 33ª SBQ - Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia: 2010.

Para saber mais

LACERDA, C. B. F; SANTOS, L. F. Tenho um aluno surdo, e agora? Introdução à Libras e educação dos surdos. São Carlos: Edufscar. 2013.

GOLDFELD, M. A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sociointeracionista. São Paulo: Plexus. 2001.

Abstract: *Inclusive Teaching Strategy to Deaf Students for Teaching the Concepts of Balancing Chemical Equations and Stoichiometry in High School.* In general, little research on inclusion are found directly related to chemistry teaching. In the teaching of science, which makes use of symbols (models, formulas and equations) to explain phenomena starting from abstract concepts, there is an urgent necessity of development of differentiated teaching, geared to meet the particularities of learning, especially the deaf student. In this bias, visual pedagogy emerges as a strong ally to the teaching and learning process not only these students, but also to listeners. Today, we must be prepared in every sense to the diversity we find in the classroom. Aiming to help teachers in their work with their deaf students, this paper aims to report the construction and application of didactic sequences constructed with and for deaf students for the teaching of concepts such as balancing of chemical reactions and stoichiometry.

Keywords: Deafness; Visual Pedagogy; Chemistry Teaching.

Apêndice 1

Atividade: Ligue corretamente os quadrados da esquerda com seus respectivos correspondentes à direita:

Aluno:

18 gramas ou
 6×10^{23} moléculas
de H_2O

1 molécula

1 dúzia

1 Mol

Apêndice 2

Atividade: Ligue corretamente os quadrados da esquerda com seus respectivos correspondentes à direita:

Aluno:

600 000 000 000
000 000 000 000
moléculas de CO_2

Constante de
Avogadro

2 Mols de
átomos

$6,02 \times 10^{23}$

32 g de O_2

1 Mol de
 CO_2

1 Dúzia de
Moléculas de
 H_2O

$2 \times 6 \times 10^{23}$
átomos