

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE ENSINO PARA O CONCEITO DE OXIRREDUÇÃO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

CONSTRUCTION OF A TEACHING MODEL FOR THE OXIRREDUCTION CONCEPT WITH LOW-COST MATERIALS

Edvaldo Nóbrega Gaião [edvaldo.nobrega@gmail.com]¹

João R. R. Tenório da Silva [joao.ratis@ufpe.br]²

¹Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra

²Professor da Universidade Federal de Pernambuco/ *Campus* do Agreste

RESUMO

Neste artigo propomos um modelo de ensino para o conceito de oxirredução. O modelo proposto foi construído com a utilização de materiais de baixo custo e facilmente encontrados em papelarias e outros estabelecimentos comerciais, fundamentado na analogia de uma balança mecânica de dois pratos, na qual a partir da manipulação de esferas os alunos possam visualizar a transferência de elétrons acompanhando o deslocamento de um ponteiro indicador que permite mostrar se ocorre a oxidação ou redução. O modelo de ensino apresenta algumas limitações, que devem ser explicitadas aos alunos, de forma que não sejam reforçadas concepções errôneas. Dessa forma, deve ser pontuado que o modelo de ensino aqui proposto não é capaz de mostrar que numa reação de oxirredução existem duas substâncias interagindo (agentes redutor e oxidantes), mas demonstra de forma clara e visual a perda ou ganho de elétrons por um elemento. Assim, apresentamos uma discussão que considera aspectos fenomenológicos que o modelo em questão não contempla. Ademais, sugerimos a utilização do presente modelo com turmas do ensino médio ou fundamental, quando da abordagem de reações REDOX.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem. Modelo de ensino. Analogia. Balança.

ABSTRACT

In this paper we propose a teaching model for oxirreduction concept teaching. The proposed model was built with low-cost materials and easily found in stationery stores and other commercial establishments, based in the analogy mechanical balance of two-plate, in which from manipulation of spheres, students can visualize electrons transference following the shift of an indicator pointer that allows to show whether oxidation or reduction occurs. This teaching model presents some limitations, which must be explained for students, in a way that do not reinforce conceptual errors. In this way, it must be highlighted that the model is unable to show that in an oxiredution reaction there are two substances interacting (reduction and oxidising agents), but it is able to show in a simple and visual way the loss or gain of electrons by chemical species. Thus, we suggest a discussion considering, also, phenomenological aspects that the model does not contemplate. We suggest the use of this model in high school or elementary classes, when approaching REDOX reactions.

KEYWORDS: Modeling. Teaching model. Analogy. Balance.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química no Brasil vem passando por diversas mudanças, motivadas por pesquisas que mostram que métodos de ensino tradicionais não dão mais conta dos desafios relacionados à sala de aula que encontramos hoje, tais como as pesquisas em torno do conceito de modelagem (MONTEIRO e JUSTI, 2000; JUSTI e GILBERT, 2003). Alguns problemas relativos à aprendizagem podem ser vistos, principalmente, com a dificuldade de que alguns alunos encontram, diante de uma abordagem que distancia, ainda mais, o conteúdo específico (abstrato) do mundo concreto. Dentre as alternativas de ensino, que podem amenizar tais óbices, está o uso de novos instrumentos didáticos numa perspectiva de inovação (MANDARINO, 2002; ALMEIDA, 2019) que aproximem o abstrato e o concreto, como vídeos, jogos e atividades experimentais. Nesse sentido, existe um movimento voltado para o desenvolvimento de instrumentos de ensino que possam facilitar a aprendizagem de conceitos químicos, sendo classificados como um modelo de ensino (MILAGRES e JUSTI, 2001).

Nesse contexto, o ensino de Química é permeado por discussões sobre conceitos abstratos e processos, o que exige do aluno uma capacidade de abstração e raciocínio (PEREGRINI, 1995). Assim, a criação de modelos de ensino ganha uma imensa importância por tentar trazer ao mundo concreto a possibilidade de discussão de ideias abstratas, facilitando o entendimento do aluno. Segundo Monteiro e Justi (2000) os modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento. Além disso, a todo momento, a Ciência lança mão de modelos para representar fenômenos e processos. Uma análise mais fina em toda a história da Ciência nos mostra que grande parte do conhecimento que temos hoje é com base em modelos explicativos. É através deles que cientistas formulam questões e problemas acerca do mundo. Além de descrever, interpretar e explicar a realidade, eles elaboram, testam hipóteses e fazem previsões sobre os fenômenos (MONTEIRO e JUSTI, 2000).

Esses modelos produzidos e difundidos pela academia são complexos e, quando levados para a sala de aula, necessitam de certas adequações, de modo que se tornem de fácil compreensão para os estudantes. São nessas modificações que os modelos de ensino aparecem, como analogias, com o fim de simplificar a representação dos fenômenos sem que o modelo original perca seus atributos (ou que haja um mínimo de perda possível). Dessa forma, consideramos que uma das estratégias para o ensino de conceitos abstratos é partir do desenvolvimento de modelos analógicos de ensino, que possam representar processos e conceitos abstratos.

É neste sentido que no presente artigo temos como objetivo apresentar as etapas de desenvolvimento de um modelo de ensino, com base na analogia da balança de pratos para representação do conceito de oxirredução. Consideramos que o conceito de oxirredução é um dos mais importantes da Química, pois permite a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem na natureza e que estão presentes no cotidiano dos alunos, tais como a corrosão, a fermentação, a respiração, a combustão da gasolina, entre outros (GAUDÊNCIO et al, 2012). Essa importância é acompanhada por sua complexidade, visto que esse conceito é de difícil compreensão, pela necessidade de um pensamento abstrato por parte dos alunos, bem como sua generalidade e extensão (IBIDEM). Assim, consideramos necessária a proposição de métodos e modelos de ensino, tal qual apresentamos neste artigo, que diminuam o grau de abstração desse e de outros conceitos, e que contemplem sua generalidade e extensão para explicar diversos fenômenos. Por fim, apresentamos as possíveis implicações do uso desse modelo em sala de aula e suas limitações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a crescente demanda de metodologias que facilitem o ensino e a aprendizagem de conteúdos em aulas de Química, acreditamos que a utilização de modelos de ensino pode

tornar rico o trabalho do professor de Química, proporcionando a abordagem de vários conceitos abstratos. Segundo Ferreira e Justi (2001), esse enriquecimento vem do fato de que modelos são criados a todo instante e usados para explicar conceitos, auxiliando no entendimento de sistemas complexos por meio da criação de imagens, metáforas ou analogias.

O processo de modelagem pode se dar no âmbito digital, com a criação de modelos computacionais, ou na expressão de modelos por meio de desenhos, esquemas e uso de analogias. Esses modelos são apenas representações de algum aspecto do objeto em estudo e não é uma reprodução fidedigna do real (JUSTI e GILBERT, 2003). Segundo Gilbert, Boutler e Elmer (2000), em ciências, um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos, como a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado. Em síntese, é possível dizer que modelos são sistemas semióticos mediadores (VYGOTSKY, 1988) que podem ser modificados de acordo com a necessidade de explicação do conceito ou fenômeno. Além disso, suas relações com o mundo real são bidirecionais, ou seja, em suas relações com o mundo prático, nem só modelos podem ser alterados, como também é possível modificar o próprio mundo real (CHAMIZO, 2011).

Nesse sentido, é comum no ensino de Química, por sua natureza abstrata, que professores lancem mão do uso de modelos de ensino, principalmente das analogias. Na abordagem de modelos atômicos, por exemplo, é comum usar analogias com bolas de bilhar para o modelo de Dalton, ou o pudim de passas, para o modelo atômico de Thomson. Segundo Milagres e Justi (2001) um dos aspectos relevantes na criação de um modelo são as ideias que emergem na mente do sujeito que o propõe. Para as autoras, um modelo surge inicialmente na imaginação de uma pessoa na forma de um modelo mental, o qual pode ser planejado por um indivíduo só ou por um grupo. O modelo mental, após ser representado de forma concreta, por imagens, desenhos, esquemas etc.) é chamado de modelo expresso. O modelo expresso passa a ser consensual a partir da validação por uma comunidade – científica, por exemplo (GILBERT e BOULTER, 1995; MILAGRES e JUSTI, 2001). Assim, consideramos que uma das estratégias para o ensino de conceitos abstratos se dá a partir da proposição de modelos de ensino baseados em analogias, aproximando um conceito abstrato do mundo concreto, facilitando a compreensão por parte dos alunos.

Dessarte, no trabalho com modelos de ensino em sala de aula é importante que o professor explicita as limitações do modelo, visto que nenhum se aproxima completamente da realidade (MILAGRES e JUSTI, 2001). Ademais, retomando o exemplo dos modelos atômicos, ao se usar a analogia do Sistema Solar para o modelo de Rutherford, é importante deixar claro que os tamanhos relativos entre o Sol e os planetas não estão na mesma proporção de tamanho do núcleo atômico e os elétrons que orbitam ao redor do núcleo. Afinal, segundo Rutherford, o núcleo seria uma minúscula partícula positiva, muito menor em relação à eletrosfera (MARQUES e CALUZZI, 2003), diferentemente do Sol, que é comparado com o núcleo, mas é o maior astro do Sistema Solar, apresentando dimensões gigantescas em relação ao sistema como um todo.

Conceito de oxirredução

O modelo proposto neste artigo procura contemplar os atributos relacionados ao conceito de oxirredução, representando o processo de transferência de elétrons. Um átomo, segundo o modelo padrão, é constituído por subpartículas. Dentre elas estão os prótons, nêutrons e elétrons, que são responsáveis por influenciarem o comportamento químico das substâncias.

A carga de um elétron é $-1,602 \times 10^{-19}$ Coulombs. A carga de um próton possui o mesmo valor, porém com caráter positivo. As cargas atômicas e subatômicas são geralmente expressas em múltiplos dessa carga. Assim, a carga para um elétron vale -1 e para um próton

+1. Já o nêutron não possui uma carga associada, como o próprio nome já sugere. Dessa forma, os átomos possuem uma carga líquida neutra, e apresentam um mesmo número de prótons e elétrons. Entretanto, em algumas transformações químicas eles podem ganhar ou perder elétrons, tornando-se íons. Aqueles íons de carga positiva, chamados cátions, são espécies químicas que perderam elétrons durante o processo. Já as espécies químicas que ganharam elétrons (provenientes de outras espécies presentes na reação) são denominados ânions, e possuem uma carga negativa.

Quando um átomo, íon ou molécula torna-se mais positivamente carregado dizemos que ele foi oxidado. Ou seja, é uma espécie química que perde elétrons durante o processo. Quando se torna mais negativamente carregado, dizemos que ele foi reduzido, ou seja, recebeu elétrons da espécie oxidada (BROWN et al., 2005). As reações em que ocorrem a transferência de elétrons entre átomos, íons ou moléculas no meio químico são comumente denominadas de reações de oxirredução.

Alguns trabalhos na literatura apontam estratégias de ensino para esse conceito a partir da problematização das dificuldades identificadas entre os alunos na compreensão do processo de transferências de elétrons. Silva, Martins e Teixeira Jr. (2014), por exemplo, em um trabalho realizado no âmbito do PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – apontam como esse conceito é de difícil compreensão para alunos do ensino médio. Segundo os autores, muitas vezes os alunos não buscam uma compreensão do processo em si (perda e ganho de elétrons entre as espécies químicas envolvidas, bem como os fatores e condições que levam à ocorrência dessas reações), mas são conduzidos a memorizar as representações, sem uma preocupação com o significado delas. Além disso, os autores identificaram que uma das maiores dificuldades dos alunos que participaram da pesquisa encontra-se na análise da nomenclatura, nas representações e na simbologia química.

A partir das dificuldades dos alunos na compreensão do conceito, encontramos também propostas de abordagens para minimizar possíveis problemas de aprendizagem. Braibante, Oliveira e Klein (2014) propõem uma atividade experimental para abordagem dos processos de oxirredução, em que os conceitos de NOX (número de oxidação), oxidação, redução, agente oxidante e redutor e reações de oxirredução são abordados de forma empírica. Merçon, Guimarães e Mainier (2004) apontam que uma abordagem adequada para o ensino do conceito de oxirredução é a partir da exploração de exemplos que ocorrem no cotidiano dos alunos. Dessa forma, os autores propõem a abordagem do tema corrosão para contemplar os conceitos de oxirredução, fazendo com que os alunos, a partir da compreensão dos processos corrosivos, aprendam métodos de prevenção. Palma e Tiera (2003) apresentam uma proposta semelhante a partir de um experimento que ilustra fenômenos de oxidação de metais. Já Wartha et al. (2007) apontam que o tema maresia pode gerar discussões que possibilitem a compreensão do conceito de oxirredução, aproximando o conteúdo químico de um fenômeno comum no cotidiano dos alunos, principalmente daqueles que moram em cidades litorâneas.

Em nossa proposta, acreditamos que o uso de uma analogia e de abordagens como as apresentadas acima pode contribuir para a compreensão do conceito de oxirredução. Dessa forma, propomos o uso da analogia da balança de pratos para discussão dos processos de perda e ganho de elétrons que ocorrem numa reação de oxirredução.

A balança de dois pratos é um instrumento bastante antigo, os antigos egípcios, por volta de 3.000 anos atrás, pesavam a alma dos mortos nos chamados Templos da Justiça Perfeita. Essas balanças consistem basicamente em uma barra suspensa por seu ponto médio e as massas a serem comparadas são postas nas extremidades da barra por cordas ou outro sistema semelhante (BACAN et al., 2001). A balança é um instrumento cujo uso é restrito à determinação da massa. O uso em outra aplicação que não seja a determinação da massa de um composto ou objeto é praticamente impensável, porém neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma balança de dois pratos com a finalidade de ensinar, a partir de uma analogia, o conceito de oxirredução, bem como outros que são tangenciais a este, tais como:

átomo, cátions e ânions, oxidação e redução, que são base para o entendimento de diversos outros fenômenos químicos.

CONSTRUÇÃO DO MODELO DE ENSINO

Para conceber o presente modelo, primeiramente foi realizado um estudo sobre as dificuldades de aprendizagem do conceito de oxirredução, como apresentado brevemente na fundamentação teórica. A partir de tal estudo, observamos que um dos principais entraves está na relação entre a variação do NOX e a transferência de elétrons (BRAIBANTE; OLIVEIRA e KLEIN, 2014). Dessa forma, o modelo foi pensado para se discutir especificamente tal aspecto, com o objetivo de compor estratégias de ensino do conceito de oxirredução, levando em consideração a necessária abordagem contextualizada (KLEIN e BRAIBANTE, 2016).

Neste tópico apresentaremos os materiais e procedimentos para proposição do modelo de ensino e, a seguir, explicaremos seu funcionamento e potencialidades de uso em sala de aula.

Para confecção, foram utilizados materiais de baixo custo apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Material utilização na construção do modelo de ensino.

MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO/FUNÇÃO
Uma régua de 30cm	Confecção do braço
Uma haste de acrílico de 18cm	Utilizada como suporte para o braço
Uma cantoneira de alumínio	Dimensões: 4x3x1,5cm
Dois CD's	Construção da base de sustentação
Seis correntes de bijuteria com 8cm cada	Fixação dos pratos ao braço da balança
Duas tampas metálicas e iguais de 6cm de diâmetro	Semelhante às tampas de recipientes de conserva de alimento, para os pratos
Prego de cerca de 2cm	Fixação do braço da balança ao suporte de sustentação
Um ponteiro de plástico de 8cm	Indicador da posição de equilíbrio
Esferas plásticas de 1cm de diâmetro com cores diferentes	Representação de prótons e os elétrons

Na construção, a haste foi presa à cantoneira de alumínio, que por sua vez foi colada à base de sustentação composta por dois CD's, fixados um ao outro por meio de fita adesiva. Dos 30cm da régua, utilizamos 18cm para ser o braço da balança, onde exatamente na posição central foi feita sua fixação através de um pequeno prego na haste de sustentação.

Nas posições 0 e 18 cm da régua, foram realizados dois outros furos para colocação das correntes de sustentação dos pratos, ficando três correntes em cada posição. Foram feitos

três furos em cada prato com distância de 120 graus para que pudesse ser feita a fixação dos pratos na outra ponta da tríade de correntes. Por fim, foi fixado no braço, abaixo do eixo por meio de fita adesiva, o ponteiro da balança. Abaixo do ponteiro, fixamos o painel impresso com as indicações de cátion e ânion e as condições de carga. Todo o protótipo pode ser visto em mais detalhes através da Figura 1.

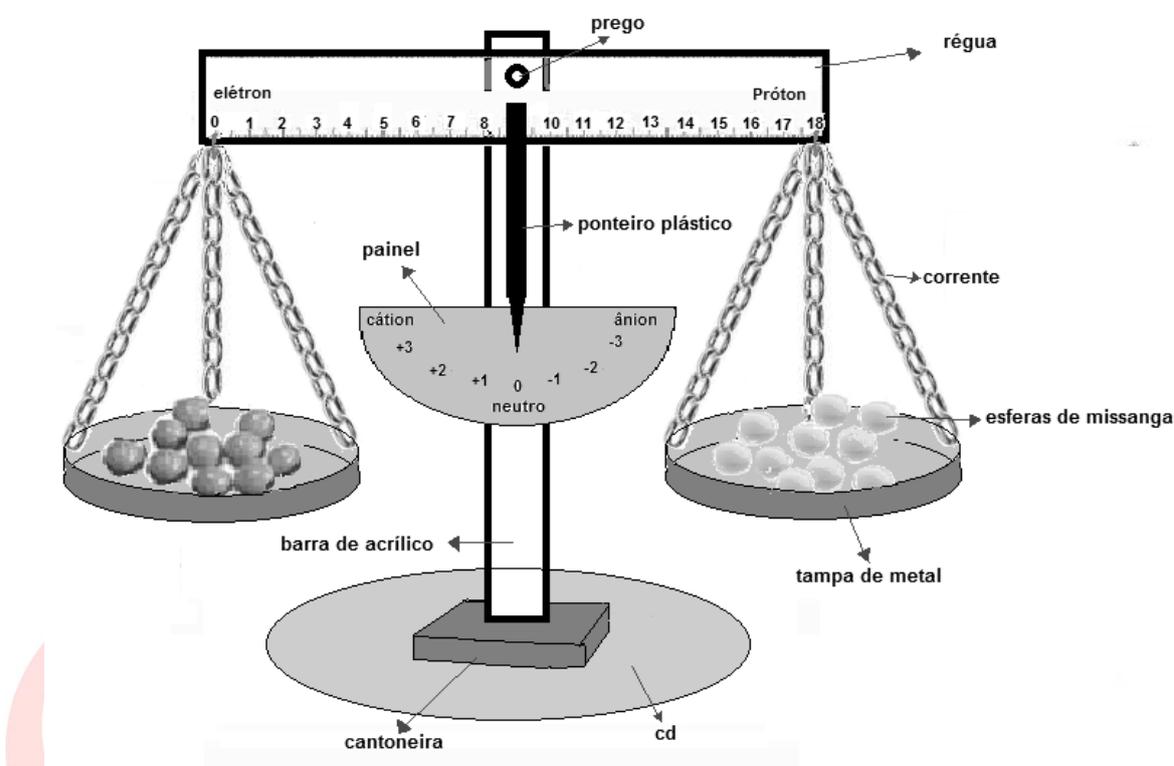


Figura 1: Esquema de montagem da balança modelo
Fonte: elaborado pelos autores.

FUNCIONAMENTO DA BALANÇA DE DOIS PRATOS PARA REPRESENTAR O PROCESSO DE OXIRREDUÇÃO

Os pratos ficam presos de forma perpendicular ao braço da balança e junto ao seu eixo existe um ponteiro que aponta para um painel indicador, onde é mostrada a condição do átomo com relação ao seu equilíbrio de cargas (quantidade de prótons e elétrons). Assim, se a quantidade de esferas que representa os prótons existentes em um dos pratos da balança for igual à quantidade que representa os elétrons, no outro prato, o ponteiro indicador no painel mostra a condição de átomo neutro. Se em outra circunstância, a quantidade de prótons for superior à quantidade de elétrons (retiramos uma esfera que representa elétrons do respectivo prato), os pratos ficam desnivelados, e o ponteiro indicará no painel a condição de cátion e sua respectiva carga positiva. Se forem introduzidos elétrons a esse átomo, ou seja, se forem colocadas esferas no prato dos elétrons, novamente há uma mudança na altura dos pratos, e o ponteiro indicador mostrará no painel se a quantidade de elétrons for superior à quantidade de prótons, a condição de ânion e sua respectiva carga.

O átomo exemplo, representado em nosso modelo pela balança (Figura 2), é constituído de 10 prótons e 9 elétrons. Como é sabido que não é possível a mudança na quantidade de prótons de um átomo por reações comuns, e tão somente por reações nucleares, as esferas representantes dos prótons ficam presas ao prato, para evitar que os alunos possam alterar sua quantidade. Assim, eles podem alterar apenas a quantidade de elétrons do átomo, introduzindo ou retirando até três elétrons representados por esferas no nosso modelo.

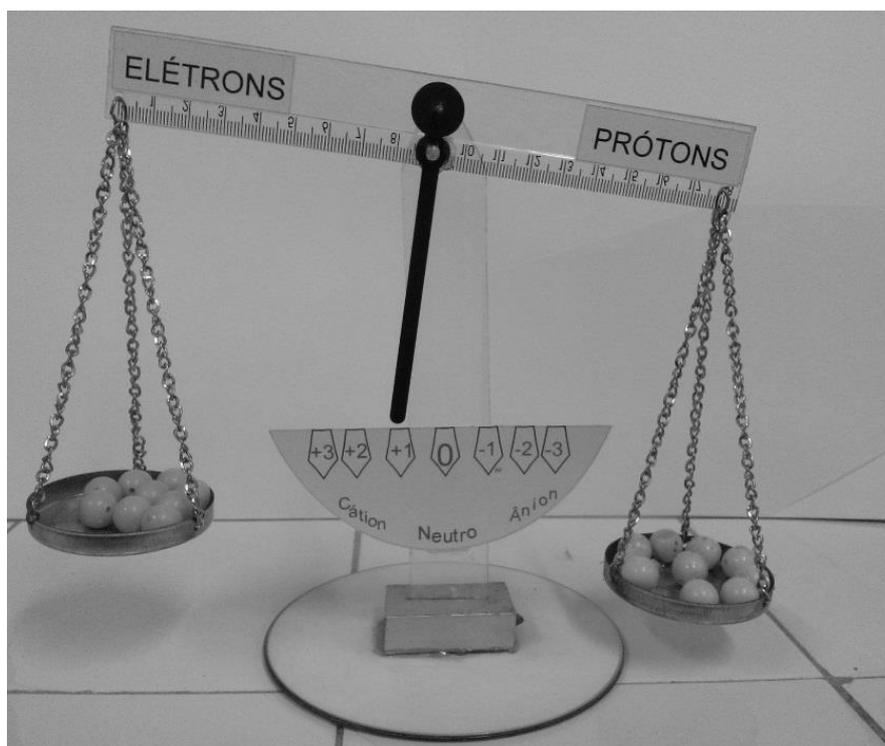


Figura 2: Modelo de ensino proposto com balança de dois pratos

Fonte: elaborado pelos autores.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E POSSÍVEIS APLICAÇÕES EM SALA DE AULA

Além do processo de oxirredução, os conceitos de átomo neutro, cátion e ânion podem ser mais bem compreendidos com o auxílio da balança desenvolvida. Para isso, o aluno deve ter em mente que a carga de um átomo depende da relação entre o número de prótons e elétrons existentes.

Precauções quanto ao uso de modelos e analogias

Monteiro e Justi (2000), em análise de livros didáticos de Química, apontam para alguns problemas relacionados ao uso de modelos e analogias na aprendizagem de alunos. Para se trabalhar com modelos em sala de aula é necessário que, para o aluno, esteja clara a definição de modelo, para que ele tenha consciência de se estar trabalhando com representações e não com o objeto real, visto que existe uma tendência entre os alunos de considerar o modelo como a própria realidade. Além disso, levando ainda em consideração a discussão apresentada pelas autoras, a partir do momento em que o aluno aprende o que é um modelo, é necessário que o ensino comece a partir do que ele sabe, sendo eles conscientizados e confrontados com seus modelos mentais (MONTEIRO; JUSTI, 2000), ou seja, com o conhecimento prévio construído em outros contextos e situações. Dessa forma, o professor deve dar oportunidade para que seus alunos expressem suas ideias e modelos, de forma que as suas limitações de suas proposições sejam discutidas.

A ideia de que todo modelo de ensino pode apresentar limitações deve estar clara para o aluno, objetivando evitar uma confusão entre o que é real e o que é representação. E este cuidado deve ser ainda maior quando o modelo trata de uma analogia, como a balança apresentada neste artigo.

O uso da balança de pratos como analogia de um átomo

A presente balança, como modelo de ensino, pode ser utilizada por professores(as) de Química ou Ciências para tratar de reações de oxirredução (REDOX) no ensino médio ou fundamental. O seu uso está condicionado ao tipo de estratégia que poderá ser utilizada, sendo útil para compreensão da variação do número de oxidação (NOX) em reações REDOX. Assim, a partir dela é possível os estudantes visualizarem como o NOX varia em função do ganho ou perda de elétrons. Outrossim, é importante que o(a) professor(a) observe que a balança se trata de um mecanismo para visualização da variação do NOX. Levando em conta que ela pode ser utilizada como uma analogia, é importante explicitar aos estudantes que se trata apenas de uma representação, sobretudo as esferas coloridas (o formato, tamanho e cores), representando os prótons e elétrons.

Essa preocupação se encontra na literatura, quando da discussão sobre a utilização de analogias em sala de aula. Segundo Duit (1991), uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes. Duarte (2005) reforça essa ideia e ainda acrescenta que a origem do pensamento analógico remonta, possivelmente, ao aparecimento da linguagem, sendo bastante usada em civilizações antigas, no pensamento grego e em investigações empíricas. Monteiro e Justi (2000) colocam que para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo que seja familiar aos alunos e um outro que seja desconhecido por eles. O conteúdo conhecido é chamado de domínio da analogia, e o aspecto desconhecido é chamado de domínio do alvo (CURTIS e REIGELUTH, 1984). Além disso, é necessário que o alvo seja suficientemente desafiador para que os alunos utilizem a analogia como estratégia cognitiva. No caso do instrumento aqui proposto, a balança é considerada o domínio da analogia e o átomo – bem como os processos de oxidação e redução – é o domínio alvo.

Diante de tal contexto, o que propomos é que seja destacado para os estudantes que o processo de perda e ganho de elétrons é semelhante ao fluxo das miçangas nos pratos da balança e, como é indicado no painel indicador, essa perda e ganho de elétrons irá ocasionar a formação de um ânion ou cátion com uma carga específica. Além disso, é importante a intervenção do professor para mostrar que quando a quantidade de elétrons e prótons são iguais, o átomo se apresenta de forma neutra, como representado na Figura 1.

Durante o uso do instrumento, pode ser pedido que os alunos adicionem um elétron (representado pela miçanga) no prato correspondente aos elétrons. Nesse momento, eles podem ver o deslocamento do ponteiro para a região de ânion e notar que ele indica a nova carga (-1), ou seja, o átomo sofreu um processo de redução de NOX, passando de 0 para -1. No modelo aqui proposto, os alunos podem ainda continuar adicionando elétrons até o limite de 3. O processo de oxidação também pode ser visto nesse modelo desde que os alunos façam a retirada de miçangas (que representam elétrons) do respectivo prato. Dessa forma eles verão o deslocamento do ponteiro no sentido contrário, indicando a nova carga do átomo, o que implica em aumentar o seu número de NOX. Se o número de prótons for superior ao de elétrons, o ponteiro irá se deslocar para a posição de cátion no painel, além de mostrar sua respectiva carga positiva – limitado em nosso modelo em até 3.

Uma limitação desse modelo, é a falta de possibilidade de mostrar aos alunos que há, de fato, uma transferência de elétrons. A ideia de retirar e colocar miçangas que representam elétrons no prato da balança, pode fazer com que os alunos não percebam que os processos de oxidação e redução são dependentes. Ou seja, para haver oxidação, é necessário que uma outra espécie química se reduza. A ideia de que a oxirredução se dá a partir da interação entre duas espécies químicas não fica clara na analogia da balança, sendo necessária a intervenção do professor para explicar como se dá a transferência dos elétrons nos processos de oxirredução.

Ademais, é importante ressaltar, que uma abordagem adequada do conceito de oxirredução não se limita à utilização de um modelo de ensino, como a balança proposta. De

acordo com Klein e Braibante (2016), ao apresentarem um panorama de pesquisas na área sobre o conceito de oxirredução, uma abordagem adequada em sala de aula deve ser acompanhada por discussões que aproximem o conceito da realidade dos alunos, a partir de estratégias de contextualização. Para tal, sugerimos fortemente que a estratégia em que a balança seja inserida leve em consideração a abordagem de diversos aspectos conceituais, tais como: contextualização do conteúdo, problemáticas vivenciadas pelo(a) estudante e aplicações do conceito em situações reais. Dessarte, a balança será útil para facilitar o entendimento da variação do NOX, porém é insuficiente para fazer com que os estudantes compreendam toda a complexidade desse tipo de reação, sobretudo quando é necessário utilizar esse conhecimento para interpretação de fenômenos que ocorrem no dia a dia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de modelos de ensino pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos, principalmente daqueles que possuem uma natureza abstrata. Porém, ao lançar mão desses modelos, como as analogias, faz-se necessária uma reflexão sobre as possíveis limitações do modelo, que pode não ser capaz de explicitar todos os atributos do objeto, fenômeno ou conceito original. O uso indiscriminado de analogias em sala de aula pode ter um efeito inverso e, em vez de contribuir com a aprendizagem, acabar reforçando concepções errôneas dos alunos.

Neste artigo, portanto, propomos um modelo de ensino com base em uma analogia para representar o processo de oxirredução. Para isso, construímos uma balança de dois pratos, com materiais de baixo custo, no qual elétrons e prótons são representados por pequenas esferas, que os alunos podem manipular para observar a mudança de carga (ou NOX) em um átomo a partir da perda ou ganho de elétrons.

Tal modelo proposto pode facilitar a aprendizagem do processo de oxirredução, bem como dos conceitos de átomo neutro, íon (cátion/ânion), valência etc., visto que são conceitos de natureza abstrata. Porém, é necessária a intervenção do professor para explicitar as limitações desse modelo, visto que ele não é capaz de representar o processo de oxirredução mostrando os agentes oxidante e redutor (visto que oxidação e redução são processos que ocorrem conjuntamente). Também enfatizamos que o ensino de oxirredução e os problemas relacionados à sua aprendizagem não podem ser reduzidos à utilização do presente modelo. Como foi discutido, uma abordagem contextualizada se faz necessária, sendo a balança um auxílio para compreensão da variação de NOX em função da transferência de elétrons.

Em trabalho posterior, pretendemos aplicar o modelo proposto em sala de aula, traçar critérios de validação e observar como os alunos constroem os conceitos em questão a partir da manipulação do modelo da balança de dois pratos dentro de uma estratégia em sala de aula. Assim, teremos subsídios para fomentar, ainda mais, a proposição de modelos analógicos para o uso em sala de aula de Química e de Ciências, de maneira geral.

Agradecimentos

Ao INCTAA (Instituto nacional de ciências e tecnologias analíticas avançadas), ao NUQAPE (Núcleo de química analítica avançada de Pernambuco), a Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAST, e ao grupo de análise química da UFRPE/UAST.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. A.; SANTOS, R. L.; SILVA, C. D. D.; MELO, G. S. M.; OLIVEIRA, R. G. D. INOVAÇÕES didáticas no ensino de zoologia: enfoques sobre a elaboração e comunicação de relatos de experiências como atividades de aprendizagem/Didactic innovations in zoology teaching: approaches on the preparation and

communication of experiences reports as learning activities. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 6699-6718, 2019.

BACAN N.; ANDARADE J. C.; GODINHO O. E. S.; BARONE J. S. **Química analítica quantitativa elementar**. 3a Ed. São Paulo: Edgard Blucher- Instituto Mauá de Tecnologia, 2001, p. 157-160.

BRAIBANTE, M. E. F.; OLIVEIRA, F. V.; KLEIN, S. G. Reações redox através de uma atividade experimental de Verificação. **34º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ)**. Porto Alegre – RS. 2014.

CHAMIZO, José A. **Heuristic diagrams as a tool to teach history of science**. *Science & Education*, v. 23, n. 4, 2011

CURTIS, Ruth V.; REIGELUTH, C. M. **The use of analogies in written text**. *Instructional Science*, v. 13, n. 2, New York, 1984, p. 99-117.

DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências: contributos e desafios. In: **Investigações no Ensino de Ciências**, v.10, n.1. 2005.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991

GAUDÊNCIO, J. S.; MATSHUSHITA, A. F. Y.; FREIRE, L. I. F.; GARRIDO, L. H. Interpretação dos desenhos de alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de oxirredução. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa-PR. 2012.

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

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Stretching models too far. **Artigo apresentado na Reunião Anual da Associação Americana de Pesquisa Educacional** ("American Educational Research Association"). São Francisco (EUA), 22-26 abril, 1995.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Models and modeling in chemical education. In: GILBERT, John K.; JONG, Onno; JUSTI, Rosalia; TREAGUST, David F.(eds.) **Chemical education: Toward research-based practice**. Chapter 3. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. pp 47 -68.

KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxirredução e suas diferentes abordagens. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 35-45, 2017.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, Fernando Benedito. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 19, MAIO 2004

MARANDINO, M. A biologia nos museus de Ciência: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência & Educação**, Bauru, v.8, n.2, p. 187-202, 2002.

MARQUES, D. M.; CALUZI, J.J.. Ensino de Química e História da Ciência: o modelo atômico de Rutherford. **IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC**. BAURU – SP, 2003.

MILAGRES, V. S. O.; JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico – algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 13, maio 2001.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, 5 (2), 67-91. 2000.

PALMA, M. H. C.; TIERA, V. A. O. Oxidação de metais. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 18, NOVEMBRO 2003.

SILVA, A. A.; MARTINS, R. A.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.. Uma análise das dificuldades conceituais de alunos do Ensino Médio sobre processos de oxirredução. **XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, 2014.

VYGOSTKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

WARTHA, E. J.; REIS, M. S.; SILVEIRA, M. P., GUZZI FILHO, N. J. A maresia no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 26, NOVEMBRO 2007