

A INVESTIGAÇÃO ORIENTADA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA

GUIDED INQUIRY AS A TOOL FOR THE TEACHING OF ELECTROCHEMISTRY

**Thiago Bufeli Bianchini¹ (PG),
Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani² (PQ)**

¹Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Unesp-Bauru, thibianchini@fc.unesp.br

²Departamento de Educação, Unesp-Bauru, silviazuliani@fc.unesp.br

RESUMO

O ensino de Ciências e, conseqüentemente, o ensino de Química, segundo apontam algumas pesquisas, não tem se mostrado atraente aos alunos. Tal prática deveria favorecer a utilização dos conceitos químicos e sua construção para a avaliação do conhecimento científico, ou seja, para a alfabetização científica do indivíduo. Para isso, a Ciência deveria ser ensinada não isoladamente, mas dentro de um contexto social, político, econômico. Assim, nesta pesquisa, através da realização de um mini-curso, pretendeu-se verificar se, com a implementação de uma metodologia de ensino diferenciada, ou seja, a Investigação Orientada, que utiliza aulas investigativas e experimentais, é possível alcançar uma aprendizagem significativa. As análises realizadas indicam que a aplicação da metodologia é válida, pois facilita o processo de ensino e conseqüentemente o de aprendizagem da Química.

Palavras-chave: Educação Científica; Ensino e Aprendizagem; Ensino de Química; Metodologia Investigativa.

ABSTRACT

The teaching of Science and consequently the teaching of Chemistry, as some researches point aren't attractive to the students. This practice should benefit the utilization of chemical concepts and your construction for the evaluation of the scientific knowledge in other words for the scientific alphabetization. The Science shouldn't be taught isolated but inside a social and politics context. Then this research expects to verify- through a short-course, if using a different methodology like Guided Inquiry that uses investigative classes and experimentation is possible to reach and significant learning. The analyses indicate that the apply of this methodology succeeded because facilitate the teaching process and consequently the teaching of Chemistry.

Keywords: Scientific Education; Education and Learning; Chemistry Education; Investigative Methodology.

INTRODUÇÃO

A Ciência ensinada na escola, não tem se mostrado atraente aos alunos. A pesquisa tem indicado que este ensino permanece muito distante da realidade. O Ensino de Ciências deveria favorecer a utilização de princípios conceituais para a avaliação do conhecimento científico, ou seja, para a alfabetização científica do indivíduo (CHASSOT, 2003), e para tanto, a Ciência deveria ser ensinada não isoladamente, mas dentro de um contexto social,

político, econômico e até religioso. Para conseguir uma aprendizagem eficaz seria também necessário mostrar aos alunos a natureza transitória da Ciência. Os alunos devem participar de atividades de aprendizagem que favoreçam a análise crítica das teorias e propostas experimentais, partindo das suas próprias idéias (conceitos) (CAÑAL, 1997).

É importante que as atividades de ensino se utilizem de problemas “autênticos e com sentido”. Estas atividades se tornam adequadas e atraentes quando os estudantes participam da proposição e planejamento da resolução do problema analisando e discutindo sua resolução, num processo de investigação orientada (GIL PEREZ et al, 1996). Para que isso ocorra, o ambiente de aprendizagem deve possibilitar aos estudantes um papel ativo e que o professor seja um facilitador e orientador e não apenas um “passador de informações”.

A escolha da metodologia de Ensino por Pesquisa (DEMO, 2000), ou Investigação Orientada (ZULIANI, 2001 e 2006), utilizando aulas investigativas e experimentais, deve-se ao fato de a Química ser extremamente rejeitada pelos alunos, por ser considerada muito complexa (CRUZ LEAL e SILVA ROCHA, 2006). Porém, se apresentarmos aos alunos processos químicos contextualizados, sob a ótica do seu uso cotidiano, e os alunos passarem a perceber a proximidade que estes fenômenos têm com seu dia-a-dia, provavelmente serão estimulados ao estudo desta disciplina. Estas atividades, realizadas em laboratórios ou não, farão com que os alunos se envolvam diretamente no processo de aprendizagem, tornando-os sujeitos e não mais objeto do ensino (CAÑAL, 1997).

Sob este ponto de vista, a função do professor passa a ser de orientar e desmistificar todo o paradigma que envolve o ensino e aprendizado da Química, levando aos alunos problemas reais do cotidiano. Para resolvê-los, os conceitos da disciplina serão elaborados pelos próprios alunos com a orientação do professor, a fim de que ocorra a construção do conhecimento de maneira adequada (ZULIANI, 2000).

Esse trabalho teve como objetivo verificar a eficiência da investigação orientada no ensino de Química, através da realização de um mini-curso abordando o tema Eletroquímica, e com o intuito de despertar um maior interesse nos alunos pela disciplina, facilitando assim, a apreensão do conhecimento.

Características da Metodologia Investigativa

Na tentativa de contribuir para modificar o atual sistema didático, com o intuito de melhorar as condições de ensino, existem muitos estudos sobre o uso da experimentação no ensino das Ciências ditas naturais. Estes estudos têm mostrado a necessidade de mudanças nas atuais metodologias utilizadas, para que a experimentação possa auxiliar a construção do conhecimento priorizando a ação do aluno por métodos criativos e cognitivos.

A utilização da metodologia investigativa tem sido explorada por vários autores no sentido de melhorar o processo de aprendizagem, pois estamos preparados para aprender sobre aquilo que desejamos e nesse estágio possuímos um caráter investigador, pois indagamos, buscamos e perseguimos nossas curiosidades. A investigação pode ser utilizada como um processo orientado que conduz o aprendiz a situações capazes de despertar a necessidade e o prazer pela descoberta do conhecimento. Com algumas ressalvas, podemos associar este conceito à investigação científica.

A fim de estimular os alunos a ultrapassarem os paradigmas da Ciência, podemos lançar mão da aula experimental, com a utilização de reagentes, do dia-a-dia e materiais de laboratório e, principalmente, mostrando que a Ciência está muito próxima e não é algo de impossível compreensão. A busca por educar a tendência investigadora que todos possuímos não deve ser esquecida pelos professores, mas sim, estimulada.

O modelo didático de investigação na escola pretende ser uma alternativa de conceber conhecimento sem cair nos modelos reducionistas do raciocínio tecnológico e instrumental e nem nas simplificações próprias da alternativa fenomenológica espontânea.

Uma proposta muito interessante é a elaborada por Gil-Perez e Valdés Castro (1996), que defendem que as aulas experimentais não sejam meramente ilustrativas, pois, assim, os alunos podem perder o interesse, por não poderem manusear os materiais, já que todos temos vontade de fazer as coisas que achamos interessantes. Por isso, as aulas experimentais devem ser trabalhadas com os reagentes e materiais mais simples, para que os alunos possam realizar os experimentos sem riscos.

Na aula prática, a melhor maneira de começar o assunto de forma a despertar o interesse dos alunos é através de *situações problema*. Perguntas bem elaboradas, relacionadas com o dia-a-dia dos alunos são de grande ajuda para incentivá-los a adquirir o conhecimento. Vale lembrar que o nível de complexidade da pergunta deve favorecer a reflexão dos alunos e levá-los a discutir sua importância no ambiente; além de estar de acordo com o nível sócio-cultural dos mesmos, previamente analisado pelo professor.

Durante a realização do experimento, o professor deve tentar ao máximo exemplificar outros fenômenos que ocorrem pelos mesmos métodos, para, assim, dar subsídios aos alunos realizarem mais perguntas sobre o tema e absorverem a maior quantidade de informações possível, facilitando a assimilação do conteúdo apresentado na aula e a transferência a outros contextos.

A atividade central da aula experimental através da investigação é a *elaboração de hipóteses* para explicar os fenômenos observados utilizando os pré-requisitos que os alunos já possuem. Esta é uma etapa muito importante, pois com o surgimento de hipóteses, as discussões são iniciadas e o professor é o mediador. Os grupos podem elaborar diferentes hipóteses e, ao apresentá-las, também estão exercitando o trabalho de argumentação. Isto poderá ser capaz de gerar atitudes críticas mais acuradas e também favorecer o trabalho em grupo, que é de extrema importância para a vida em sociedade.

As aulas conduzidas desta maneira indicam aos alunos a importância de elaborar um projeto para a realização de atividades experimentais de forma adequada, e que a realização de ações previamente planejadas tendem a ser bem-sucedidas.

Para Pedro Canal et al (2006), o ensino-aprendizagem por investigação pretende ser muito mais que um eficiente método de instrução escolar, pois se posiciona na formação de atitudes e capacidades. O modelo da investigação na escola, de acordo igualmente com componentes ideológicos e científicos, aceita como próprio um conjunto de princípios didáticos, onde o aluno adquire autonomia, pois realiza de forma autônoma as atividades; ocorre interdisciplinaridade, com auxílio do professor fazendo correlação a outros fenômenos e comunicação, já que os estudantes devem argumentar suas hipóteses. Este modelo didático propõe uma atenção especial na detecção de barreiras comunicativas que possam interferir nos processos construtivos da investigação.

Experimentação como estratégia de ensino

Atualmente, o uso da experimentação e do laboratório didático no Ensino de Química tem sido alvo de inúmeros estudos (ZULIANI, 2001). Segundo a autora, é importante que o aluno entenda como uma teoria é construída e como as teorias podem ser modificadas, para que, assim, tenham a percepção do que é Ciência. Sob este ponto de vista, com a prática investigativa, os alunos aprenderão que perguntas e problemas têm mais de uma solução ou resposta correta, e que estas soluções podem ser provisórias e necessitar de alterações, que serão obtidas a partir de novas investigações.

A utilização de forma inadequada da aula experimental pode causar interferências indesejáveis e desviar a atenção do estudante de aspectos fundamentais, dificultando a aquisição e o desenvolvimento de conceitos. Para que o efeito do trabalho prático na reconstrução teórica dos estudantes seja adequado, eles precisam de mais tempo para interagir com as idéias e equipamentos, como também na reflexão e discussão das atividades desenvolvidas. Segundo Zuliani (2006), as atividades experimentais deveriam priorizar o estabelecimento de atividades centradas nos processos criativos e cognitivos, privilegiando a ação do aluno como construtor de seu próprio conhecimento.

Suart (2008), relata que a experimentação deve despertar o aluno para a descoberta e investigação, assim, as aulas práticas de Química devem ser elaboradas de forma a valorizar o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos, permitindo que eles desenvolvam a capacidade de relacionar dados empíricos com o referencial teórico. As atividades experimentais investigativas, portanto, podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno.

Ainda seguindo no raciocínio da autora, a experimentação pode ter grande poder de desenvolver nos alunos a capacidade cognitiva, e se conduzidas de maneira a favorecer o pensamento lógico, o processo ensino-aprendizagem poderá alcançar resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento dessas habilidades. A autora conclui que: *“verifica-se que os níveis cognitivos das respostas elaboradas pelos alunos estão relacionados com os níveis cognitivos das questões propostas pelo professor”*(p.11).

Outro fator de importância que nos leva a utilizar a experimentação como estratégia, pois por meio da observação de um fenômeno real, propicia-se o entendimento, minimizando o problema da transposição entre o real e o imaginário. Isto contribui para o ensino de Ciências, e mais especificamente o ensino de Química, pois nem todos os fenômenos são observáveis, e necessitam da interpretação para a aquisição do conhecimento.

Para a realização de uma atividade efetiva de curto prazo, Ausubel (1980) utiliza organizadores antecipatórios, que têm como objetivo preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta. O professor precisa ter noções prévias sobre o conhecimento dos alunos para poder escolher quais caminhos deve seguir a fim de atingir o êxito no ensino. Segundo o autor, para que a aprendizagem seja significativa na resolução de um problema, a situação apresentada para o aprendiz deve ter algum significado para o aluno, assim como o material utilizado deve privilegiar a transferência do conceito teórico para o prático e não a memorização mecânica da solução, principalmente em uma situação de ensino a curto prazo, como foi o realizado neste trabalho.

METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa, em específico a fenomenologia, segundo Moreira (2002), procura explicar os aspectos vividos dos fenômenos humanos. Existem dois fatores acerca das pessoas que precisamos nos atentar: o lado observável (ou comportamento físico ou verbal) e o lado não observável (ou pensamento, sensações etc.), também chamado de experiências.

A realização de uma experiência não pode ser dimensionada pelo pesquisador senão através da descrição elaborada pelo sujeito. O alvo da aprendizagem está focado no aprendiz e faz-se necessário saber como este se relaciona com a situação, e como vivencia

o fenômeno. Para Martins e Bicudo, na pesquisa psicológica e educacional, a idéia de fenômeno assume o sentido da “*entidade que mostra um local situado, e isto é que é o locus de um objeto com respeito aos eventos, estes fenômenos cada um deles, só podem se mostrar enquanto situados*” (grifos dos autores) (Martins e Bicudo, 1994, p 22).

Ao interrogar os significados elaborados pelos estudantes durante as experiências, utilizou-se a pesquisa qualitativa, que tem como objetivo “a compreensão particular daquilo que se estuda” (Martins e Bicudo, 1994, p 23). De acordo com estes autores, a pesquisa qualitativa é classificada a partir da maneira pela qual se interroga o fenômeno de estudo: “*Pode se interrogar o mundo diretamente, perguntando o que é isto que vejo? Este método é chamado de perspectiva de primeira ordem, pode-se também, interrogar as idéias que as pessoas têm do mundo. Neste caso o que a pessoa pensa a respeito do fenômeno. Este modelo é chamado de perspectiva de segunda ordem (grupo de autores).*” (Martins e Bicudo, 1994, p.24)

Esta pesquisa está relacionada à perspectiva de segunda ordem. Buscando uma compreensão particular do objeto de estudo, o pesquisador deverá se preocupar não só com os fatos, mas com os significados que eles têm para o sujeito da pesquisa, pois “*só haverá Ciência humana se nos dirigirmos à maneira como os indivíduos ou os grupos representam palavras para si mesmos, utilizando suas formas de significados, compõem discursos reais, revelam e ocultam neles o que estão pensando ou dizendo, talvez desconhecido para eles mesmos, mais ou menos o que desejam, mas, de qualquer forma, deixam um conjunto de traços verbais daqueles pensamentos que devem ser decifrados e restituídos tanto quanto possível na sua representativa* (MOREIRA, 2002, p.51).”

Como esta pesquisa possui um caráter fenomenológico, ou seja, tem por objetivo a busca da essência do fenômeno, a coleta de dados privilegiará avaliações escritas com base na reflexão dos sujeitos sobre os processos vivenciados durante a realização dos experimentos. Os dados servirão de base para verificar a eficácia da metodologia proposta e também para apontar possíveis falhas. Esse papel é muito importante, pois sempre temos de adequar a metodologia com as características dos sujeitos de pesquisa e seu habitat, e as falhas servirão de guia para o aprimoramento da técnica utilizada.

O objetivo da análise é, segundo Martins e Bicudo, “*chegar a categorias, passando por expressões concretas e não chegar a elas por meio de abstrações ou de formalizações que são seletivas de acordo com o critério adotado* (1994, p. 100)”. Portanto, para os autores tais leituras são fundamentais para que se consiga chegar aos resultados propostos pelo presente trabalho.

Segundo Zuliani (2006), a análise qualitativa “*refere-se a normatização ou estabelecimento de generalizações advindas do tratamento dos dados*” e objetiva “*identificar pontos convergentes e divergentes nas descrições individuais*”. Martins e Bicudo (1994) apontam que a “*estrutura psicológica geral*” é o resultado da percepção “*das convergências e das divergências que se mostram nos casos individuais*”. No entanto, é necessário ressaltar que a estrutura psicológica geral é determinada a partir da sua importância para a pesquisa e não pela sua frequência. Desta forma é possível chegar aos conjuntos de essências que fundamentam a estrutura do fenômeno.

Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos de pesquisa cursam a segunda série do ensino médio em uma escola técnica de uma universidade pública. A escola é considerada de alto nível de qualidade, pois para ingressar, os alunos passam por um processo seletivo com uma grande concorrência.

Os alunos são integrantes do curso técnico em eletrônica, que é oferecido paralelo ao ensino médio, estudam em tempo integral e possuem excelente espaço físico em termos de salas de aulas, laboratórios didáticos e recreação. O grupo docente também pode ser considerado de alto nível, pois, para ministrar aulas na instituição, passam por um rigoroso processo seletivo.

Esta escola foi escolhida para a realização do mini-curso devido à prontidão da professora da turma em aceitar a aplicação de uma atividade diferenciada como a proposta neste trabalho e ao fato de que os alunos se propuseram espontaneamente a participar do mesmo.

Já os professores ministrantes do mini-curso, estão no último ano do curso de Licenciatura em Química, da mesma universidade pública. Dos cinco integrantes, três já estão habituados com salas de aulas, pois já são professores há algum tempo no Ensino Médio e os outros dois professores ainda não trabalham na área. Porém, todos já passaram pelas disciplinas pedagógicas do curso. O pesquisador também atuou nas atividades.

Estrutura do mini-curso

O mini-curso, elaborado sob as perspectivas da Investigação Orientada, teve como base o conteúdo de Eletroquímica. Os tópicos abordados foram: número de oxidação; reações de oxirredução, tanto quanto seu balanceamento; potencial de redução e oxidação; metal de sacrifício; pilha e eletrólise.

Sua apresentação ocorreu de forma extraclasse, em horário diferente das aulas regulares. Os alunos participantes foram convidados.

Inicialmente, foi discutido o número de oxidação dos elementos químicos necessários para descobrir quando ocorre uma reação de oxirredução. Logo após, foram apresentados dois textos que continham resumidamente as seguintes perguntas: “porque a estátua da liberdade é verde?”; “porque a maçã cortada fica escura ao longo do tempo?”; “porque os grandes navios cargueiros possuem duas cores em seu casco?”; “porque o portão do Palácio de Buckingham continua com aparência de novo se tem mais de 300 anos?” e “como proteger uma bicicleta de ferro na praia?”. Na apresentação destes problemas foram utilizadas imagens referentes aos fenômenos em questão a fim de auxiliar no entendimento dos problemas expostos.

Após a apresentação das perguntas, os alunos tiveram cerca de quinze minutos para elaborar possíveis hipóteses para respondê-las. Como sugere Perez e Valdes Castro (1996), essa atividade foi de exclusiva ação dos alunos. Em seguida, os grupos apresentaram suas sugestões sobre as perguntas. Nem todas tiveram respostas, mas a elaboração ocorreu de forma muito valiosa.

Efetuada a elaboração das hipóteses, os alunos foram submetidos a um questionário para ser respondido individualmente, a fim de estabelecer os conceitos prévios (AUSUBEL, 1980).

Em um dos problemas apresentados para os alunos, fez-se a indicação para a elaboração do primeiro experimento que utiliza reações entre metais para descobrir qual metal poderia servir de proteção para a bicicleta de ferro em contato com a maresia. Vale lembrar que os alunos prepararam todas as soluções e realizaram todos os testes, bem como montaram as reações na lousa e construíram a fila de reatividade de metais. Este primeiro experimento foi sugerido por um dos alunos, a fim de comprovar sua hipótese.

Em seguida, foi realizado o segundo experimento que teve como objetivo apresentar reações de oxirredução e foi escolhido por apresentar um visual atrativo que é a mudança de cor com a agitação e em repouso. Os alunos conseguiram rapidamente

associar a mudança de cor, mediante agitação devido à reação de O_2 na solução, com o processo de oxidação.

Em um terceiro momento, iniciou-se, por parte dos professores, uma discussão sobre as possíveis utilizações de reações de oxirredução no cotidiano. Assim, surgiu a proposição do experimento da pilha e a sua realização. Os professores focalizaram nas hipóteses formuladas pelos alunos sobre o funcionamento, materiais e possíveis melhorias.

Após a realização dos experimentos e suas discussões, o conteúdo havia sido construído em sua quase totalidade e, para completar as lacunas, foi exposto o restante através de aula expositiva, utilizando recursos tecnológicos para apresentação na forma de slides.

O minicurso teve duração de oito horas, sendo realizados em dois dias, com quatro horas cada dia, realizados no período noturno em dias não consecutivos.

Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um questionário de caráter aberto, que consiste em perguntas onde conteúdos são relacionados, diferente de um questionário onde as respostas são diretas, no qual foi solicitado ao aluno relacionar conceitos para a resolução de problemas associados com seu cotidiano. Como Ausubel propõe, o questionário foi aplicado duas vezes, antes e depois do mini-curso. Antes, para se conhecer a estrutura cognitiva já existentes no aluno e depois, para analisar se a aprendizagem foi significativa.

No primeiro momento da aplicação deste questionário, os alunos ainda não tinham sido expostos ao conjunto de conhecimentos propostos. Não foi consultado nenhum material externo. Já na segunda aplicação do mesmo, os alunos já tinham passado por todas as etapas do mini-curso.

O questionário segue uma linha lógica de conceitos sobre o assunto tratado. A primeira questão é apenas para relacionar o fenômeno de oxidação a partir do contato com oxigênio do ar e água e com os fatos mais cotidianos possíveis, como a corrosão dos metais. A segunda questão leva o aprendiz a pensar se somente o oxigênio é capaz de causar reações de oxidação.

A terceira questão teve como objetivo verificar a capacidade de generalização e transferência hierárquica a outros contextos. Esta característica se qualifica “*como uma abstração passível de ocorrer quando objetos ou entidades são agrupados em um relacionamento hierárquico no qual os objetos de nível mais baixo são vistos como subtipos daqueles de nível mais alto*” (EFRISIO, 2007, p.65).

O exercício tem por base a questão proposta pela autora e visa compreender se os alunos são capazes de perceber uma relação de hierarquia, pertença, intersecção e/ou inclusão e exclusão. Segundo Sayão (2001), a identificação de novos fenômenos para o ser humano ocorre através da reflexão sobre o conhecimento acumulado e através da formulação de hipóteses da estruturação de modelos.

Desta forma, a abstração constitui em uma poderosa ferramenta na aquisição de conhecimento, pois, para compreender a imensa variedade de formas, estruturas, comportamentos e fenômenos residentes em nosso universo, faz-se necessário selecionar os que são de maior relevância para o problema a ser investigado e a elaboração de descrições adequadas. O autor afirma que, desta maneira, são construídos esquemas abstratos da realidade, nos quais as coisas são reduzidas a seus perfis mais convenientes.

No capítulo a seguir, apresentamos as questões, as respostas dos alunos e a análise dos resultados, que foi centrada nas respostas referentes ao questionário, respondido antes e após a realização do minicurso.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta de dados e a leitura não interpretativa dos mesmos, a fim de manter a fidelidade das respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa, foi possível estabelecer unidades de significado nas quais são representados os dados obtidos no questionário inicial e no questionário final, que será apresentado a seguir.

Na parte do questionamento inicial, onde foram colocadas as perguntas referentes a processos de oxidação do cotidiano, houve respostas do tipo “*o navio é feito de ferro (preto), que oxida, por isso ele fica vermelho em baixo e em contato com a água é mais rápido do que no ar, pois na água a porcentagem de oxigênio é maior*”. Esse tipo de resposta nos revela que os alunos já conseguem associar o fenômeno de oxidação para explicar os problemas, mas ainda faltam conceitos adequados para atingir uma resposta mais completa.

Já em relação ao questionário aberto, reagrupando os dados, foi realizada a análise, apresentada a seguir, com o objetivo de identificar possíveis pontos de convergência/divergência que possam contribuir para estabelecer a eficácia da metodologia utilizada no presente trabalho.

A primeira questão foi elaborada com o objetivo de tentar aproximar os fenômenos eletroquímicos de menor nível de complexidade com o cotidiano do aluno para, assim, se tornar mais atrativo e interessante (PÉREZ e VALDES CASTRO, 1996).

A questão em discussão encontra-se a seguir, juntamente com seus resultados.
Quando usamos tinta para pintar uma porta de metal ou uma grade o, fazemos para protegê-los da corrosão e mantê-los com boa aparência. Porque a tinta consegue proteger o portão?

Todas as respostas apresentadas pelos aprendizes foram interessantes, pois todas associam o fato a reações de oxidação causadas pelo contato do material em questão com o oxigênio do ar. Algumas até antecipam o conceito de metal de sacrifício, como os alunos J e Li

Aluno J: Óxidos metálicos que servem de metal de sacrifício.

Aluno Li: Substâncias que oxidam no lugar do metal.

As respostas obtidas na segunda aplicação do questionário apresentaram semelhanças com as primeiras. Todos relacionaram o fato com o impedimento da reação de oxidação, porém, aqui, as associações com o oxigênio como agente oxidante foram quase que unânimes. Para Ausubel, isto pode significar conhecimento de longo prazo. Em suas palavras “*no sentido mais geral e a longo prazo, as variáveis da estrutura cognitiva se referem a propriedades significativas substanciais e organizacionais do conhecimento total do aprendiz num dado campo de conhecimentos que influenciam o seu desempenho acadêmico geral futuro nesta mesma área de conhecimento*”. (AUSUBEL, 1980, p. 141)

Isso, possivelmente, se deve aos conhecimentos que os alunos adquiriram com o passar do tempo, através de experiências de seu cotidiano, não necessitando da transferência do conceito, pois ele já existe de maneira adequada.

A segunda questão teve como objetivo saber se os sujeitos da pesquisa conseguiam relacionar o fenômeno da corrosão (oxidação) com outros causadores das mesmas que não o oxigênio. A seguir, temos a questão.

A corrosão é a oxidação não desejada de um metal. Ela diminui a vida útil de produtos de aço, tais como pontes e automóveis, e a substituição do metal corroído custa bilhões por ano. Já sabemos que a oxidação acontece com o contato de alguns metais quando eles são expostos ao ambiente, sujeito ao sol e às chuvas. Suponhamos que

houvesse um tubo de metal imerso em um líquido sem a presença do oxigênio mesmo assim ele poderia oxidar? Por quê?

As respostas dadas pelos alunos indicam que quase todos possuem o conhecimento de que não é apenas o oxigênio que pode causar oxidação de um metal. Dos quatorze alunos analisados, a resposta que prevaleceu foi:

“não é apenas o oxigênio que causa a oxidação”.

Esse tipo de resposta é muito importante em relação ao conceito geral de oxidação. Porém, ainda existe a falta de conhecimentos mais aprofundados para relacionar os potenciais de redução e oxidação e as reatividades dos metais.

De forma inesperada, apenas dois alunos seguiram por caminhos diferentes, informando que apenas o oxigênio é capaz de causar oxidação. Uma possível explicação para isto deve-se ao fato da palavra oxidação se assemelhar a oxigênio. As respostas foram:

Aluno La: Não, pois o oxigênio é quem faz oxidar o metal.

Aluno R: Não, não há oxigênio, portanto a pilha não é formada.

O aluno R, portanto, já antecipa o conceito de pilha; porém é equivocado, pois não consegue relacionar a oxidação a outros materiais. Fica evidenciada a importância de questões deste tipo, discursivas, para que os professores possam reconhecer os reais conceitos sobre a disciplina que o aprendiz possui, podendo, assim, direcionar ainda mais suas atividades a fim de produzir aprendizagem adequada dos conceitos envolvidos.

Para Ausubel, a utilização de organizadores antecipatórios facilita a “*incorporação de longevidade*” dos conceitos adquiridos de três maneiras diferentes. Nas palavras do autor “*em primeiro lugar, eles explicitamente se apóiam em (imobilizam) quaisquer conceitos de esteio relevantes já estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-os parte da entidade subordinadora. [...] Em segundo lugar, os organizadores antecipatórios num nível adequado de inclusividade, tornando possível a subordinação sob proposições especificamente relevantes (e ao se aproveitar de outras vantagens da aprendizagem subordinativa), oferecem um esteio ótimo. [...] Em terceiro lugar, o uso de organizadores antecipatórios torna desnecessário muita da memorização mecânica à qual os alunos tantas vezes recorrem por que se exige que aprendam os detalhes de uma disciplina não familiar antes de terem disponível um número suficiente de idéias de esteios chaves*”. (ASUBEL et al, 1980, p. 146)

Nas respostas coletadas após a apresentação do mini-curso, pode-se observar a inclusão da diferença de potencial como causadora da oxidação, como apresentado a seguir:

Aluno Fr: Sim, tendo uma diferença de potencial de oxidação, o metal irá corroer.

Aluno R: Sim, caso o líquido tenha alguma substância com potencial de redução maior que o metal.

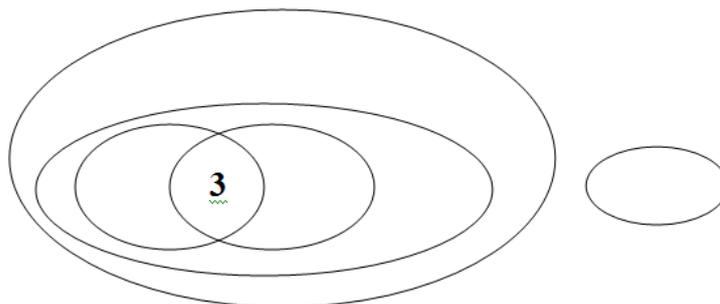
Dessa maneira, fica evidente a consolidação do novo conceito, adquirido após as atividades propostas durante o mini-curso, por quase todos os alunos. Lidamos então com uma assimilação correlativa superordenada ou combinatória, pela qual os estudantes foram capazes de reconstruir conceitos e princípios a partir da estrutura cognitiva anterior. Ausubel descreve este fenômeno da seguinte forma “*o efeito da transferência relevante com o qual nos preocupamos comumente não é a capacidade de reconstruir detalhes esquecidos de princípios genéricos ou de reconhecer novos fenômenos como variantes específicas destes princípios (subordinação derivativa). Ao invés disto, o que nos*

preocupa é a capacidade aumentada de aprender e reter material correlativo, superordenado ou combinatório”. (AUSUBEL 1980, P. 140)

Mesmo assim, ainda obtivemos respostas que apenas diziam que o oxigênio não é o único elemento capaz de oxidar um metal. Por outro lado, os alunos não utilizam o conceito de “metal nobre”, pois apesar de questionar-se sobre qual seria o líquido em que o tubo estaria imerso, nenhum deles questiona-se sobre a possibilidade de termos diversos tipos de metais.

A última questão teve como objetivo verificar a capacidade de generalização e transferência hierárquica a outros contextos. Segundo Efrísio (2007) As abstrações semânticas são formas específicas de relacionamentos entre conceitos lingüísticos que trabalham as diferenças sutis de significado. A questão segue ilustrada abaixo:

*Os metais que utilizamos são extraídos de **minerais**¹ existentes na natureza. O ferro e por conseqüência o aço são extraídos do **minério**² hematita (óxido de ferro III, Fe₂O₃). A cada ano 20% do **aço**³ produzido no mundo é utilizado para reposição do metal deteriorado por oxidação. Quando **pintamos**⁴ um portão, **galvanizamos**⁵ um tubo de aço utilizado para transportar **água**⁶ ou utilizamos aço inoxidável em alguns utensílios, o fazemos para proteger estes metais e aumentar sua durabilidade. Assim, preservamos estes metais por mais tempo e poupamos os recursos naturais. As palavras em negrito estão enumeradas de 1 a 6. Existe uma relação entre elas representada pelo diagrama abaixo, ou seja, uma se enquadra, se interliga ou não pertence à relação. Enumere os círculos de acordo com essa relação.*



Para responder a esta questão, os alunos deveriam saber a composição de ligas metálicas, como no caso o aço, além de conhecer de onde são extraídos os metais e também sua utilização, como no transporte de água. Na aplicação inicial do questionário, ocorreram 4 acertos e 9 erros, o que indica a falta de subsídios para realizar as relações necessárias.

Os erros cometidos não seguem um padrão, pois todas as respostas foram diferentes entre si. Uma possível explicação pode ser devido a vários fatores, como por exemplo, o desconhecimento sobre galvanização e sua relação com uma pintura de proteção. Uma observação que merece destaque é que 6 dos 9 alunos que “erram” colocaram o número 6 na posição correta, o que indica que o problema estava na correlação de fatores pouco conhecidos pelos alunos, como já dito em relação a galvanização e, possivelmente, sobre a extração de minérios dos minerais.

Na segunda etapa da aplicação do problema, obtivemos 6 acertos e 3 erros. Vale observar que todos os alunos que acertaram na primeira avaliação e participaram da segunda, obtiveram êxito novamente, sem saber que tiveram sucesso anteriormente. Outro ponto de importância é que o aluno Th, que não participou da primeira avaliação, mas compareceu na segunda, conseguiu fazer as relações desejadas, o que pode indicar a eficiência do trabalho realizado.

Nos três casos em que ocorreu o “erro”, observa-se as mesmas relações feitas anteriormente. Uma possível explicação para o erro simétrico pode estar relacionada ao fato de que, no mini-curso, não se tenha abordado métodos de extração de metais, e as relações feitas são por partes coerentes, pois relacionam minérios e minerais.

A correção das respostas de avaliações não é uma atividade tão simples, ela se desdobra de acordo com a função que o educador emprega nas suas intenções pedagógicas. Se considerarmos a função formativa e caracterizarmos como “avaliação formativa”, que segundo Efrísio (2007) tem como objetivo central ajustar de maneira interativa os processos e estratégias de pensamento e de aprendizagem dos alunos, os resultados obtidos nesta questão servem de base para a readequação do questionário e também das estratégias utilizadas durante o curso. Sem esta finalidade, a avaliação não tem seu objetivo cumprido. Sob esta perspectiva, os alunos são ajudados pelo professor a regular por si mesmos seus mecanismos de aquisição de conhecimento e os exteriorizar adequadamente.

CONCLUSÕES

A Química como disciplina do ensino médio sofre muitos pré-conceitos por ser considerada uma matéria complexa, na qual o aluno precisa fazer relações tanto macroscópicas quanto microscópicas. Este pode ser um dos fatores que iniciaram uma reação em cadeia que nos leva até a atual situação: os professores estão desinteressados e os alunos também. Por estes motivos, este trabalho procurou aplicar e analisar atividades que possam reverter o quadro exposto anteriormente.

Após as análises dos resultados, a metodologia sugerida se mostrou muito eficiente, pois seus objetivos de despertar interesse, produzir discussões, desenvolver trabalhos em grupo, desmistificação do cientista e do trabalho científico, foram atingidos. Entre estas características, destaca-se a mais importante que é a construção eficaz do conhecimento.

Vale lembrar que este trabalho não sugere que esta metodologia seja implantada por todos os professores em todas as escolas, mas sim, que essa é mais uma ferramenta eficiente no âmbito de obter resultados no processo de ensino e aprendizagem, além de ter um potencial em sua aplicação parcial, ou seja, utilizar a situação problema como fato gerador. A estratégia é interessante quando é possível construir um problema que possa ser respondido através de pesquisa e, neste caso, com auxílio da experimentação.

Um fator de grande importância foi a aceitação da metodologia por parte dos alunos, que demonstraram grande interesse em descobrir as respostas para os problemas elaborados, além de favorecer a participação efetiva de todos os alunos presentes.

Outra observação considerável é que, se a sala se comportou de maneira otimista quanto às atividades propostas e os resultados obtidos foram excelentes, isso acarretará na solução, ao menos parcial, para a desmotivação do professor. Em um ambiente onde as atividades estão sendo desenvolvidas como o planejado, os resultados expressos serão satisfatórios. É evidente que, em uma situação onde os alunos e os professores estão motivados, o processo de ensino e aprendizagem eficaz se torna muito mais propício a ocorrer, minimizando os problemas encontrados nas salas de aulas atuais.

Um grande problema para a aplicação da metodologia é a resistência que os professores apresentam na utilização de estratégias diferenciadas, como a proposta neste trabalho.

São necessárias pesquisas que:

- agreguem a formação continuada dos professores à realidade de ensino;

- busquem a aplicação e construção de novas metodologias com a participação dos professores;

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, P.D.; HANESIAN, H.; NOVAK, J.D. **Psicología Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 2.ed.
- CAÑAL, P. L.; LLEDO, A. I. ; P OSUELOS, F. J. ; TRAVÉ, G. **Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa**. Díada Editora: Sevilla, 1997.
- CAÑAL, P. L. ; POSUELOS, F. J. ; TRAVÉ, G. Como enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con difrentes grados de desarrollo profesional. **Revista Iberoamericana de Educação**. Madrid: v. 39, n. 5, 2006.
- CRUZ LEAL, M.; SILVA ROCHA, M. F.R. (2006) A Química e eu: como estudantes do Ensino Médio das camadas populares percebem e definem a sua relação com a Química. In ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 13, Campinas. **Anais** Campinas: UNICAMP, 2006. 1CD-ROM.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.
- EFRISIO, L.C **Abstração e aprendizagem química**, Monografia de Conclusão de Curso. Bauru: UNESP, 2007
- GIL PEREZ, D; VALDES CASTRO, P. La Orientación de Las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciencias**, 14(2), 155-163, 1996.
- MARTINS, J.; BICUDO, Maria A.V. **A pesquisa qualitativa em psicologia: fundamentos e recursos básicos**. São Paulo: Moraes Editora, 1994.
- MOREIRA, Daniel A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.
- SAYÃO L. F. Modelos Teóricos em Ciências da Informação-Abstração e Método Científico. **Ci. Inf.** Brasília, v.30, n.1 p. 82-91, jan/abr, 2001.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. In ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, Curitiba. **Anais** Curitiba: UFPR, 2008. 1CD-ROM.
- ZULIANI, S. R. Q. A. **A Utilização da Metodologia Investigativa na aprendizagem de Química experimental**. Dissertação de Mestrado. Bauru: - UNESP - Campus de Bauru, 2000.
- ZULIANI, S. R. Q. A.: ÂNGELO, A. C. D. A utilização de metodologias alternativas: O método Investigativo e a aprendizagem de Química. In Nardi R. (org.) **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras Editora, 2001.
- ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de Ensino de Química e Metodologia Investigativa: Uma Leitura Fenomenológica a partir da Semiótica Social**. Tese de Doutorado, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006.