

## Utilizando a Metodologia Investigativa para diminuir as distâncias entre os alunos e a Eletroquímica

\*Thiago Bufeli Bianchini<sup>1</sup> (PG), Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani<sup>2</sup> (PQ)

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

<sup>2</sup>Departamento de Educação, Unesp-Bauru, silviazuliani@fc.unesp.br

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

**RESUMO:** O ensino de Ciências e, conseqüentemente, o ensino de Química, segundo apontam algumas pesquisas, não tem se mostrado atraente aos alunos. 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 e uma aproximação dos alunos com essa disciplina. As análises realizadas indicam que a aplicação da metodologia é válida, pois facilita o processo de ensino e conseqüentemente o de aprendizagem da Química.

### INTRODUÇÃO

A utilização da metodologia investigativa tem sido muito explorada no sentido de melhorar o processo de aprendizagem, já que estamos preparados para aprender apenas sobre aquilo que desejamos e nesse estágio indagamos, buscamos e perseguimos nossas curiosidades. A metodologia investigativa 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 ressalvas, podemos associar este conceito à investigação científica.

Nas duas últimas décadas, vários estudos vêm sendo realizados na utilização de uma metodologia investigativa orientada. Trabalhos como os de Porlán, Canal, García Díaz, Travé, García Pérez, Pozuelos, Merchán etc (CAÑAL et al, 2006) entre outros, confirmaram a relevância e viabilidade desta abordagem.

Com o intuito de estimular os alunos a se inserirem no contexto da Ciência, uma das formas de estímulo deve ser na aula experimental, com a utilização de reagentes, materiais de laboratório e, principalmente, mostrando que a Ciência está muito próxima e não é algo de impossível compreensão. A busca de educar o instinto científico 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<sup>1</sup> espontânea.

A escolha da Metodologia Investigativa vai além de aulas eficientes onde os alunos aprendem os conhecimentos determinados pelos professores (BIANCHINI, 2008). Devido a sua semelhança com o método científico, muitos outros atributos podem ser desenvolvidos pelos alunos, como por exemplo, autonomia, interdisciplinaridade e comunicação (CAÑAL, 2006). Para levantar hipóteses, primeiro o aluno deve reconhecer o trabalho e assim exercita sua cognição, muito desejada por muitos pesquisadores (SUART e MARCONDES, 2008). Ao tentar propor experimentos ou outras formas de comprovação de suas teorias, a utilização de um método torna possível a utilização da metacognição, pois se os alunos não organizaram suas idéias, o trabalho fica dificultado e os objetivos da metodologia dificilmente são alcançados.

---

<sup>1</sup> Fenomenologia: s. f., estudo descritivo de um conjunto de fenômenos. (PROBERAN, Dicionário online)

Essa metodologia auxilia no desenvolvimento de uma nova postura nos alunos. Em uma atividade que visa à atuação do aluno na condução de suas ações, faz-se necessário que o aluno a utilize de maneira adequada. No estabelecimento e na organização do grupo, na técnica da elaboração de hipóteses, nas possíveis proposições de experimentos e aplicações dos mesmos, nas explicações, grande parte desses objetivos podem ser alcançados com maior facilidade se o aluno assumir a postura de um pesquisador disciplinado. A semelhança com o método científico também se estende a esta postura, de observação, elaboração de hipóteses e possível experimentação. A priori então, os alunos devem compreender que estes tipos de atividades são diferentes do tradicional, onde a atuação do professor é de “passar informações” e os alunos participam passivamente do processo de ensino-aprendizagem. Aqui a atuação é do aluno e ele deve conduzir sua aprendizagem.

Na elaboração de hipóteses, alvo principal da Metodologia Investigativa, o aluno utiliza seus conhecimentos prévios, que segundo Ausubel (1976), o fator mais importante na aprendizagem é o que o aluno já sabe.

A partir da visão clássica da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (1976), é possível ter noções de como é possível a ocorrência da aprendizagem de um conceito. Resumindo a proposição do autor temos: se tivesse que reduzir toda a psicologia educativa em um único princípio, diria o seguinte: o fator mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-se de acordo com isso.

O conceito central da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa, onde a nova informação interaciona com a estrutura de conhecimento específica, já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, chamada de conceito “subsunçor”, que serve de ancora para a nova informação de modo que esta adquira significado para o indivíduo. Ou seja, novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos, estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, de certa forma, com ponto de ancoramento entre os primeiros.

Em relação à aprendizagem significativa, uma de suas condições é que o material que vai ser utilizado seja relacionável com a estrutura cognitiva do aprendiz. A natureza do material deve ser “logicamente significativa” e ter “significado lógico”. Já a estrutura cognitiva do aprendiz deve ter disponível os conceitos subsunsores especificamente relevantes com os quais o novo material é relacionável. Vale lembrar que é necessário que o aprendiz manifeste disposição para aprender e isso pode ser gerado pela significância do material a ser utilizado.

## **CARACTERÍSTICAS DA METODOLOGIA INVESTIGATIVA**

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 algo diferente do comum chama a atenção. 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, deixando ao professor o papel de orientador, e aos alunos, o de construir de maneira adequada o conhecimento veiculado na aula.

Na aula prática, a melhor maneira de começar o assunto de forma a despertar o interesse dos alunos é através de situações problemas. 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 caminhos, 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.

Gil-Perez e Valdés Castro (1996), ao citarem estes passos, afirmam que isto não é para ser seguido rigorosamente, mas serve apenas para os professores delimitarem suas aulas na metodologia investigativa.

Outra proposta é a de Ritchie e Rigano (1996), para eles a melhor maneira de ensinar Ciência é proporcionar ao estudante a oportunidade de fazer Ciência ao lado de um orientador experiente e capaz de oferecer suporte para o trabalho e avanço na aprendizagem. A este orientador cabe a difícil tarefa de despertar no aluno o interesse e a aceitação da responsabilidade, até que este atinja o estágio no qual seja capaz de realizar suas atividades de maneira adequada e sem supervisão.

As principais características desta proposta podem ser resumidas da seguinte maneira:

- 1 - A atividade experimental objetiva proporcionar ao aprendiz a possibilidade de planejar e elaborar seu próprio projeto de pesquisa, tendo como apoio a experiência e a capacitação do professor.
- 2 - O professor deve assumir o papel de orientador do processo, possibilitando ao aprendiz o controle e domínio sobre suas atividades e ações.
- 3 - Há necessidade de que as atividades propostas possam garantir ao aprendiz o reconhecimento de que o conjunto de conhecimentos científicos acumulados é transitório. As condutas que devem favorecer este caminho podem ser as adaptabilidades, as incertezas, as integridades e as persistências.
- 4 - Os estudantes devem ser encorajados a identificar por eles próprios seus erros, a fim de que avancem no entendimento de princípios e conceitos.
- 5 - A aprendizagem deve estar vinculada à motivação e, para tanto, assuntos ligados ao seu conhecimento cotidiano são excelentes bases para o desenvolvimento de projetos orientados.
- 6 - Na utilização de projetos de pesquisa orientados, os estudantes podem passar mais tempo interagindo com equipamentos e conceitos, o que favorece a emissão e teste de hipóteses, fundamentais na atividade científica e no desequilíbrio e reconstrução das concepções dos estudantes.

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: 1º) Autonomia: é indispensável que os alunos vivam constantemente situações que sejam próprias para o desenvolvimento de sua personalidade e de uma conduta autônoma, e da mesma maneira construam suas aprendizagens significativas; 2º) Interdisciplinaridade: é impossível que os alunos baseiem sua aprendizagem na lógica interna de cada disciplina. Os professores devem estabelecer conexões de colaboração interdisciplinar para que seja possível um adequado envolvimento do objeto de estudo que vai ser investigado em sala de aula; 3º) Comunicação: no desenvolvimento da aula, o fluxo de informações que se produz e a interação social que ocorre entre os alunos selecionam a comunicação como princípio didático. Este modelo didático propõe uma atenção especial na detecção de barreiras comunicativas que possam interferir nos processos construtivos da investigação.

Para Pérez (2000), os passos adequados para a aplicação da metodologia investigativa são: a idéia básica da construção do conhecimento por parte do que se aprende e do caráter social e histórico do processo; a concepção da realidade como algo complexo que deve ser abordado com estratégias adequadas do planejamento e resolução de problemas; a organização do currículo (escolar e profissional) em torno de problemas relevantes; o tratamento da realidade a partir de uma perspectiva questionadora e crítica.

De acordo com as linhas norteadoras propostas pela metodologia investigativa, o aprendiz deve, além de ter papel ativo no processo de aprendizagem, familiarizar-se com a riqueza da atividade de construção do conhecimento, passando a encará-la como atividade aberta e criativa. Pintrich et al. (1993) enfatizam que a maioria dos modelos de aprendizagem ignoram as metas individuais, intenções, propósitos, expectativas ou necessidades dos estudantes. A motivação deve ser um ponto a ser perseguido, pois o interesse pessoal influencia a atenção seletiva do aprendiz e seu esforço na tarefa e na aquisição do conhecimento.

Para que isso se torne possível, as atividades propostas aos sujeitos deverão ser escolhidas, partindo do pressuposto de estarem contidas no universo de interesses dos mesmos.

## **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). Tais estudos a respeito desta estratégia de ensino nos mostram que os professores não fazem seu uso ou a utilizam de maneira inadequada, não permitindo a aprendizagem efetiva do aluno através de aulas que seguem um roteiro mecânico, simplesmente ilustrativo, comprovando a teoria correspondente ao assunto (GARCIA BARROS et al, 1995).

Hodson (1994) indica que a utilização inadequada do laboratório pode estabelecer barreiras à aprendizagem, pois com a utilização de aulas onde apenas faz-se uso de um roteiro pronto e mecânico, o aluno desenvolve uma visão errônea sobre Ciência, associando-a a um produto acabado, irrefutável e infalível. Isto ocasiona um desvio de seu objetivo primário que é a realização da atividade científica como uma atividade reflexiva, dependente de fatores sócio-econômicos, culturais políticos e éticos, além do conhecimento das habilidades dos cientistas.

Segundo Zuliani (2001), 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. Um dos grandes problemas apresentados para tal atividade é o tempo de realização, geralmente muito curto, porém de grande importância. Para Hodson (1994), tem-se destinado pouco tempo para o contato com a essência conceitual, então o aluno, que não dispõe de tempo suficiente para inferir as generalizações necessárias à abstração dos conceitos inerentes à atividade experimental proposta pelo professor, faz uma atividade mecânica, que perde muito de sua utilidade como estratégia de ensino e aprendizagem.

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. Sem tais providências, a experimentação torna-se uma atividade mecânica em que os alunos são incapazes de estabelecer relações entre o que fazem e o que aprendem.

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. Neste sentido, o uso da investigação, guiada pelo professor e fundamentada no modelo construtivista de aprendizagem, é considerado por vários autores como o caminho ideal para o uso da experimentação.

Suart e Marcondes (2008) relatam 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 lógico dos alunos, permitindo que eles aprimorem 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 das autoras, 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. As autoras concluem que: “verifica-se que os níveis cognitivos das respostas elaboradas pelos alunos estão relacionados com os níveis cognitivos das questões propostas pelo professor” (SUART e MARCONDES, 2008, p.11).

Para Gil-Perez e Valdés Castro (1996), a prática de laboratório deve deixar de ser um trabalho exclusivamente experimental integrando outros aspectos da atividade científica, essenciais na formação dos estudantes. Fundamental, então, é oferecer aos alunos meios para atingir o nível de desenvolvimento desejado.

As características das atividades investigativas vão ao encontro das necessidades expressas por uma aprendizagem de qualidade e, a partir desta orientação, seria possível aproximar os estudantes da fascinante atividade científica, fazendo com que os reducionismos habituais sejam postos de lado, dando ao aluno uma visão de Ciência mais próxima da real.

## 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. Ao final, os alunos foram submetidos ao mesmo questionário, de caráter aberto, aplicado no início das atividades.

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 minicurso. Antes, para se conhecer a estrutura cognitiva já existente 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

Quando submetidos aos textos iniciais, que continhas questões relacionadas ao dia a dia, várias hipóteses foram levantadas. Momento em que alunos e professores se focalizam no entendimento do assunto, como sugere Gil-Perez e Valdés Castro (1996). Além das hipóteses, alvo de interesse, as atividades experimentais realizadas foram relacionadas com as idéias levantadas pelos alunos, possibilitando assim, a utilização de experimentos que não são meramente ilustrativos, mas significativos, devido ao fato de os experimentos serem realizados pelos alunos para tentar comprovar suas hipóteses.

Neste momento, um dos objetivos do trabalho foi alcançado. Todos os alunos participaram das atividades experimentais gerando opiniões, reelaborando suas hipóteses e sugerindo procedimentos para a realização dos experimentos.

Para identificar se ocorreu aprendizagem significativa dos conceitos propostos, os dados analisados foram os questionários de caráter aberto, aplicados no início(conceitos prévios) e ao final das atividades (aprendizagem significativa).

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.

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.*

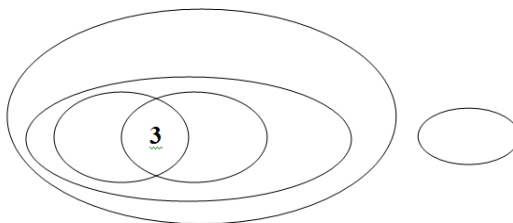
*Aluno R: Sim, caso o líquido tenha alguma substância com potencial de redução maior que o metal.*

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**<sup>1</sup> existentes na natureza. O ferro e por conseqüência o aço são extraídos do **minério**<sup>2</sup> hematita (óxido de ferro III, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). A cada ano 20% do **aço**<sup>3</sup> produzido no mundo é utilizado para reposição do metal deteriorado por oxidação. Quando **pintamos**<sup>4</sup> um portão, **galvanizamos**<sup>5</sup> um tubo de aço utilizado para transportar **água**<sup>6</sup> 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.

## 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 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 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 BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, P.D.; HANESIAN, H.; NOVAK, J.D. **Psicología Educativa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, P.D. **Psicologia Educativa. Um Ponto de Vista Cognitivo**. Ed. Trillas, 1976.
- BIANCHINI, T. B. A Investigação Orientada como Estratégia para o Ensino de Eletroquímica. **Monografia**. Bauru: UNESP, 2008.
- CAÑAL, P. L.; LLEDO, A. I. ; POSUELOS, 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 diferentes grados de desarrollo profesional. **Revista Iberoamericana de Educación**. Madrid: v. 39, n. 5, 2006.
- DUSCHL, R. A. Más Allá Del Conocimiento: Los Desafíos Epistemológicos Y Sociales De La Enseñanza Mediante El Cambio Conceptual. **Enseñanza de Las Ciencias**, 1995, 13 (1), 3-14.
- EFRISIO, L.C **Abstração e aprendizagem química**, Monografia de Conclusão de Curso. Bauru: UNESP, 2007
- GARCIA BARROS, S; MARTINEZ LOSADA, M.C. y MONDELO ALONSO, M. El Trabajo Práctico, Una Intervención para La Formación de Profesores. **Enseñanza de Las Ciencias**, 13 (2), p.203-209, 1995
- GIL PEREZ, D; VALDES CASTRO, P. La Orientación de Las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciencias**, 1996, 14(2), 155-163.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciencias**, 12(3), 299-313, 1994.
- PÉREZ, G.F.F. Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. Scripta **Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, n. 64, 2000.
- POZUELOS ESTRADA, F. J., TRAVÉ GONZÁLEZ, G., CAÑAL DE LEÓN, P. Acerca de como el Profesorado de Primaria Concibe y Experimenta los Procesos de Investigación Escolar. **Revista de Educación** 2007.
- PINTRICH, G. L.; MARX, R.W.; BOYLE, R. A. Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. **Review of Educational Research**, 63 ( 2 ), 167-199, 1993.
- RITCHIE, S.M.; RIGANO, D.L. Laboratory Apprenticeship through a Student's Research Project. **Journal of Research in Science Teaching**, 33(7), p.799-815. 1996.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. Anais **ENEQ** 2008.
- 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.