



PRPG | Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA HISTÓRICA DE BACHELARD NO ESTUDO DA EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA

Francisco José Sousa da Silva¹, José Estrela dos Santos²

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo central compreender as concepções de alunos do 3^a ano do ensino médio e de alunos matriculados no segundo período do curso de licenciatura em Ciências da UFCG em relação aos conceitos básicos de eletroquímica. Para tanto, foram aplicados 98 questionários nos quais foram analisadas respostas que evidenciassem obstáculos epistemológicos. No segundo plano foram analisados os livros didáticos recomendados pelo PNLDEM/2007 no tocante a unidade de eletroquímica. As duas fases do trabalho foram realizadas a partir do referencial epistemológico de Gaston Bachelard na categoria de obstáculo Epistemológico.

Palavras-chave: Epistemologia de Bachelard; eletroquímica; ensino de química

CONTRIBUTIONS OF BACHELARD'S HISTORIC EPISTEMOLOGY IN THE STUDY OF EVOLUTION OF CONCEPTS OF ELECTROCHEMISTRY

ABSTRACT

This work aims to understand the concepts of the students of 3rd year of high school and of students in the second periods of the UFCG Ciências course in relation to the basic concepts of electrochemistry. For so much, 98 questionnaires asking about conceptions of it were applied and they show an evident existence of those epistemology obstacles. In the second plan the textbooks were analyzed recommended by the PNLDEM/2007 concerning unit of electrochemistry. The two phases of the work were accomplished starting from the the reference of Gaston Bachelard in category of epistemological obstacle.

Keywords: Bachelard's epistemology; electrochemistry; chemistry teaching

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como propósito central compreender aspectos da construção dos conceitos abordados na unidade eletroquímica por estudantes do ensino médio de escolas públicas e alunos matriculados na disciplina Química I ministrada no curso de licenciatura em Ciências da UFCG do Campus de Cajazeiras. Ao mesmo tempo o trabalho se propõe a avaliar os livros didáticos recomendados pelo PNLDEM/2007, a partir dos conceitos de eletroquímica, usando o referencial epistemológico de Gaston Bachelard.

O estudo de Eletroquímica inicia-se nas escolas brasileiras, no Ensino Médio, de forma que o estudante, além dos conteúdos formais pertinentes a seu campo de estudo, deve também estabelecer relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química. Esses aspectos também são solicitados nos processos seletivos das grandes universidades. De um modo geral, os estudantes consideram esse tópico difícil para aprender e, muitas vezes os professores acham difícil ensiná-lo.

¹ Aluno de Curso de Lic. Ciências Hab. em Química, UFCG, Cajazeiras, PB, E-mail: franciscojose-quimica@hotmail.com

² Prof. Doutor, UACEN, UFCG, Cajazeiras, PB, E-mail: santosje@gmail.com.

Nas últimas décadas, várias pesquisas sobre o entendimento de alunos do ensino médio sobre reações de óxido-redução e eletroquímica foram publicadas (BUESO, FURIÓ & MANS, 1988; GARNETT & TREAGUST, 1992a, 1992b). Embora algumas delas mostrassem que muitos estudantes pudessem resolver problemas quantitativos em eletroquímica, poucos eram capazes de responder questões qualitativas que requeressem um conhecimento conceitual mais profundo dos fenômenos abordados.

Neste trabalho, buscou-se analisar alguns problemas intrínsecos de natureza epistemológica relacionados aos conceitos de eletroquímica. Um desses fatores que tem levado muitas discussões é o descrédito aos “conceitos alternativos”. Para Bachelard, há um grande equívoco quando se pensa o ensino de ciências nos moldes tradicionais, que desconsidera os conhecimentos anteriores dos alunos e atribui o caráter cumulativo à apreensão e apropriação dos conceitos científicos. Um entrave para o ensino localiza-se nesses dois pressupostos, enraizados nas relações didáticas. Sob a perspectiva da epistemologia bachelardiana, o ensino de Química tem sido objeto de discussão de vários autores (LÔBO, 2007; MORTIMER, 1997; LOPES, 1993, 1992). Estes trabalhos têm focalizado elementos da epistemologia de Bachelard para discutir questões relevantes do ensino de Química e, de modo geral, de Ciências.

Este trabalho aponta algumas dificuldades encontradas ao longo do processo ensino-aprendizagem na unidade eletroquímica. Ao se buscar o conhecimento científico, alguns empecilhos deverão ser superados, levando-se em conta, primordialmente, a indicação do filósofo Gaston Bachelard, ao se comentar os obstáculos epistemológicos. Sendo assim, Bachelard por sua formação química, pode indicar algumas propostas para uma mudança no ensino de química.

No contexto do ensino, um dos aspectos mais discutidos por educadores em Ciência é a dificuldade de compreensão dos conceitos científicos pelos alunos. Alguns conceitos, principalmente envolvendo Mecânica Quântica apresentam alto grau de dificuldade, como é o caso de ressonância, hibridização, orbital, entre outros.

Bachelard critica de forma contundente a ênfase das ações didáticas no ensino dos conceitos, leis e princípios atuais da ciência, ou seja, salientando somente os resultados. Também parte desse ponto a importância da história e da filosofia da ciência, pois o estudo da gênese e desenvolvimento da ciência desmistifica a imagem finalista e definitiva desse empreendimento.

Indiscutivelmente, Bachelard é o pensador contemporâneo que melhor contribuiu para assentamento da epistemologia química. Sua experiência no ensino de física e química, bem como seu pensamento de epistemólogo, permitiu a Bachelard indicar ou propor, ao longo de sua obra, algumas diretrizes pedagógicas.

Obstáculos epistemológicos.

A **noção de obstáculos epistemológico** em Bachelard diz que os obstáculos podem ser interpretados como resíduos de conceitos anteriores que, especialmente se eles eram importantes no passado, tendem a bloquear as mudanças para conceitos novos. O senso comum é um dos obstáculos, o pensamento generalizante, a intuição primeira, o conhecimento unitário e pragmático, a impossibilidade de negação, contradição, o matematismo demasiado vago, a dogmatização e o próprio cérebro, são elementos que podem impedir, impossibilitar a articulação, a ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico e a construção do novo saber (LOPES, 1996a; LOPES, 1996b).

Segundo Bachelard, a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do conhecimento científico e na prática da educação. Em ambos os casos, o trabalho se vê dificultado pela necessidade que temos de exercer um juízo epistemologicamente normativo: julgar a eficácia de um pensamento (LOPES, 1996b).

Os obstáculos epistemológicos são responsáveis pela inércia e até mesmo estagnação do pensamento, sendo inerentes ao trabalho do cientista. Assim, conforme acentua Bachelard (BACHELARD, 1996), é necessário estar em estado de mobilização contínua com relação às armadilhas que deles podem surgir.

Nesse sentido, a ênfase a noção de obstáculo epistemológico na filosofia histórica de Bachelard desempenha papel central na formação do novo espírito científico, na formação dos personagens diretamente vinculados a construção do conhecimento científico, os futuros pesquisadores e/ou cientistas. A educação científica deve ser responsável pela instrução e mobilização cognitiva tanto dos estudantes que seguirão a carreira científica quanto daqueles que atuarão na prática docente no ensino de ciências, para que não intervenham em suas ações profissionais entraves e obstáculos, de ordem psíquica, retratos fiéis da inércia do pensamento (LOPES, 1996).

Afirmando que a noção de obstáculo epistemológico é desconhecida pelos professores de ciências, Bachelard mostra sua presença na educação científica.

É bom lembrar que, assim como o adolescente chega à sala de aula com um conjunto de conhecimentos empíricos já construídos, os futuros professores também apresentam um conjunto de conhecimentos empíricos de como se ensina e como se aprende. O caso dos futuros professores é pior, pois já passaram vários anos olhando e refletindo sobre o comportamento dos professores que tiveram até então. Justamente por terem passado tanto tempo em contato com a profissão de professor, já possuem

uma série de imagens sobre a sua futura profissão, todos vivenciaram como alunos o espaço escolar, sabem o papel do aluno em sala de aula e projetam o papel do professor.

Valorização do erro

Outro ponto que Bachelard trata como sendo positivo é a valorização do erro tanto no contexto da produção do conhecimento científico quanto na própria ação de conhecer no espaço escolar. Conforme assinala Bachelard, não se pode denotar ao conceito de erro o significado sinônimo de fracasso, retrocesso, entrave, mas atribuir a ele uma conotação mais flexível, ou seja, admiti-lo como elemento integrante da evolução e desenvolvimento do espírito científico (LOPES, 1996):

Bachelard defende a ocorrência do erro para que se dê a aprendizagem. Essa visão do erro, construída por ele, acaba permitindo ao professor ousar em sala de aula sem medo de errar, convidando-o, assim, a romper com práticas tradicionais arraigadas como, por exemplo, o modelo de ensino processo-produto. A (re)estruturação das práticas e a criação de novas formas de trabalho estão intrinsecamente ligadas a não ter medo de errar. É, portanto, a reflexão que pode ajudar o professor a romper com uma prática de sala de aula fundamentada no ensino autoritário.

Tratar o erro dessa maneira indica que sua suplantação é possível, mas não definitiva, já que o erro esta presente em todos os estágios do avançar científico, exigindo, por conseguinte, um espírito atento e em constante vigilância intelectual. Na prática científica, o conhecimento se estrutura por constantes reformas.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Química/CFP da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

A pesquisa foi realizada em duas etapas, primeiramente foi realizada uma análise dos livros didáticos de Química do ensino médio da rede pública, no tocante ao conteúdo de eletroquímica que tentou identificar preliminarmente os conceitos de oxidação e redução e/ou relacionados a estes. Os livros didáticos utilizados foram os recomendados pelo PNLDEM/2007.

Os exemplares dos livros analisados são adotados em algumas escolas públicas. A Tabela 1 lista os livros indicados pelo Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM/2007).

Tabela 1. Coleção de livros aprovados no PNLEM/2007.

Livros didáticos	Título	Autor(es)	Editora/ edição/Ano
1	Química e Sociedade Volume único	Wildson L. P. Santos, Gerson S. Mól (coords.) Roseli T. Matsunaga Siland M. F. Dib, Eliane N. Castro Gentil S. Silva, Sandra M. O. Santos Salvia B. Farias.	Editora Nova Geração 1ª Edição, 2005
2	Química na abordagem do cotidiano - Volumes 1, 2 e 3	Eduardo L. Canto, Francisco M. Peruzzo	Editora Moderna 3ª Edição, 2005
3	Química - Volumes 1, 2 e 3	Ricardo Feltre	Editora Moderna 6ª Edição, 2005
4	Universo da Química Volume Único	José Carlos de A. Bianchi, Carlos Henrique Abrecht Daltamir Justino Maia	Editora FTD S/A 1ª Edição, 2005
5	Química Volume único	Olímpio S. Nóbrega, Eduardo R. Silva, Ruth H. Silva	Editora Ática 1ª Edição, 2005
6	Química Volume único	Eduardo Fleury Mortimer, Andréa Horta Machado	Editora Scipione 1ª edição, 2005

A segunda etapa do trabalho foi realizada para a obtenção de dados através de questionários com alunos do 3º ano do ensino médio da rede pública e alunos da disciplina Química I do CFP a fim de investigar o grau de conhecimento dos alunos acerca dos conceitos de eletroquímica. Por último após a coleta dos dados por meio dos questionários foi feita à análise e discussão dos resultados.

A análise do material permitiu delinear as características mais marcantes do processo de construção dos conceitos de oxidação, redução e alguns outros relacionados à eletroquímica. A presente investigação foi realizada com questionários aplicados em três escolas da rede públicas da cidade de Cajazeiras (PB) e

em duas turmas da disciplina Química I do CFP. Esse tipo de instrumento foi utilizado por abranger um universo maior de respostas, otimizando o tempo e garantindo o anonimato das respostas.

Tanto na análise dos questionários respondidos pelos alunos investigados como a dos livros didáticos recomendado pelo PNLDEM/2007 foram realizadas uma análise sistemática recorrendo à epistemologia de Bachelard como referencial. Esta forma de abordagem foi baseada no uso da categoria *obstáculo epistemológico*. Partindo desse pressuposto, Bachelard (1996) afirma que tais dificuldades na aprendizagem do conhecimento científico estão relacionadas ao que ele chama de obstáculos epistemológicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos livros didáticos

Inicialmente, foram analisados os livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do livro didático do ensino médio, PNLDEM/2007 de acordo com os conceitos atribuídos em eletroquímica.

Essa análise foi realizada tendo em vista a importância do livro didático como recurso didático-pedagógico em sala de aula. O livro Didático constitui um dos poucos recursos didáticos que o professor de Química possui, e ele torna-se uma ferramenta imprescindível no processo de ensino-aprendizagem.

O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), implantado em 2004, pela Resolução nº 38 do FNDE, previa a universalização de livros didáticos para os alunos do ensino médio público de todo o país, sendo que dois anos após, o MEC através da Portaria nº 336, de 31/01/2006 passou a regulamentar seis livros de Química recomendados para a no ensino médio.

Posteriormente com a publicação do catálogo do PNLEM/2008 contendo a síntese das obras de Química, foi possível avaliar e propor sugestões em tópicos e conceitos nas obras referenciadas pelo PNLEM/2007. Alguns critérios foram estabelecidos e as obras foram analisadas e escolhidas pelos professores como material de apoio à prática pedagógica.

A análise do conteúdo de Química transmitido pelos livros recomendados pelo PNLDEM foi feita de modo qualitativo e sempre recorrendo à epistemologia de Bachelard como referencial. Esta forma de abordagem foi baseada no uso da categoria *obstáculo epistemológico*, que é entendida como uma barreira ao próprio conhecimento científico.

Na tabela 2 são apresentados os conceitos de oxidação e redução encontrados nos livros didáticos.

Tabela 2. Conceitos de oxidação e redução presentes nos livros didáticos do PNLDEM

Livros didáticos	Conceito de oxidação	Conceito de redução
LD1 Vol. Único	<i>“processo químico no qual átomos doam elétrons” (p. 636)</i>	<i>“processo no qual átomos recebem elétrons” (p. 636)</i>
LD2 Vol. 2	<i>Traz como exemplo: “o zinco sofreu oxidação: perdeu elétrons e seu número de oxidação aumentou” (p. 94).</i>	<i>Traz como exemplo: “o íon Cu^{2+} sofreu redução: recebeu elétrons e seu número de oxidação diminuiu” (p. 94).</i>
LD3 Vol. 2	<i>“perda de elétrons ou o aumento do número de oxidação de um elemento” (p. 284).</i>	<i>“ganho de elétrons ou a diminuição do número de oxidação de um elemento” (p. 284).</i>
LD4 Vol. Único	<i>“é a perda de elétrons de uma espécie química para outra espécie química” (p. 487).</i>	<i>“é quando uma espécie química retira elétrons de outra espécie química” (p. 487).</i>
LD5 Vol. Único	<i>“perda de elétrons por uma espécie química” (p. 497).</i>	<i>“ganho de elétrons por uma espécie química” (p. 497).</i>
LD6 Vol. Único	<i>“as substâncias que se comportam como redutoras, mas nesse caso um ou mais de átomos perdem elétrons” (p. 282).</i>	<i>“quando uma substância comporta-se como oxidante, em geral, um ou mais de seus átomos ganham elétrons” (p. 282).</i>

Os conceitos de oxidação e redução presentes nos livros didáticos estão muito ligados a perda e ganho de elétrons e, este pode apresentar-se como um obstáculo epistemológico principalmente quando na tentativa de explicar algumas reações de óxido-redução onde não há perda nem ganho de elétrons e sim compartilhamento. Essa forma geral de tentar explicar o conceito de óxido-redução pode significar um obstáculo na aprendizagem do conhecimento científico. Isso pode se tornar um obstáculo epistemológico no

sentido de que o aluno ao ter o primeiro contato com o conceito de óxido-redução somente como perda e ganho de elétrons, pode ficar incrustado e ser difícil de ser ampliado para o entendimento de outras formas de reações de óxido-redução. Assim, os LD1, LD5 e o LD6 embora tratem o conceito de número de oxidação nos seus conteúdos relacionados, não deixa claro que a oxidação não ocorre apenas pela perda e ganho de elétrons. Partindo disso, muitas vezes fica difícil de relacionar, por exemplo, que a reação de carbono com oxigênio formando o dióxido de carbono é de óxido-redução porque não há perda de elétrons e sim compartilhamento de elétrons.

Na nossa análise verificamos também a presença do obstáculo verbal, que é uma falsa explicação de um fenômeno obtido a custo de uma palavra explicativa, imagens, metáforas ou analogias, isto é, uma tendência a associar uma palavra concreta a uma palavra abstrata. Uma só palavra, funcionando como uma imagem pode ocupar o lugar de uma explicação (BACHELARD, 1996).

Verificamos que, todos os livros didáticos analisados apresentam o termo célula eletroquímica ou cela eletroquímica como sendo o local onde acontece o processo de óxido-redução.

As definições encontradas nos livros didáticos com relação ao termo célula eletroquímica estão listadas na Tabela 3.

Tabela 3. Conceitos de célula eletroquímica em livros didáticos.

Livros Didáticos	Conceito de Célula Eletroquímica
LD1	“Célula eletroquímica consiste de dois eletrodos, ou seja, duas placas condutoras: uma denominada anodo (ou ânodo) e outra denominada catodo (ou cátodo). No catodo, ocorre a redução dos cátions, no anodo, a oxidação do metal” (p. 652).
LD2 vol. 2	“Cela (ou célula) galvânica (ou voltaica) é um dispositivo no qual a ocorrência espontânea de uma reação de óxido-redução permite a geração de corrente elétrica” (p. 93).
LD3 vol. 2	“Pilha ou célula eletroquímica: é um dispositivo que transforma energia química em energia elétrica” (p. 297)
LD4	“Pilha ou célula eletroquímica é a transferência de cargas negativas, gera um fluxo de elétrons. Quando esse é conduzido através de um só fio condutor externo, de maneira que possa ser aproveitado para se realizar um trabalho” (p. 487).
LD5	“Célula eletroquímica, pilha ou célula voltaica: dispositivo que converte energia química em energia elétrica” (p. 497).
LD6	“Célula eletroquímica é um sistema no qual ocorre uma reação de oxidação e outra de redução, simultaneamente” (p. 295).

Como podemos perceber o termo célula eletroquímica é definido de varias formas, alem disso, o termo célula ou cela, usado para identificar esse dispositivo, talvez não seja o mais adequado. O dicionário Mini aurélio (FERREIRA, 2008) define **célula** como:

***Biol.** Unidade estrutural e funcional básica dos seres vivos, ger. de dimensões microscópicas ... (p. 224)*

Ou

***Eletr.** Dispositivo que produz corrente elétrica a partir de reações químicas, ou que as provoca... (p. 224)*

Já o termo **cela** é definido como:

“aposento de frades ou freiras, ou de presos”. (p. 223)

Esses termos podem causar um entrave na evolução do espírito científico quando estão inseridos no contexto escolar, uma vez que o aluno já tem um conceito formado do que seria uma *célula* ou até mesmo *cela*, daí ele pode fazer uma associação da célula eletroquímica com a célula dos seres vivos como citado na definição do dicionário e, portanto, não constrói o conceito de forma compreensível. O uso de metáforas imediatas inibe a formação do espírito científico levando o indivíduo a um pensamento autônomo e acabado de uma imagem virtual. O uso dos termos célula ou cela eletroquímica nos sistemas eletroquímicos se processa em um ambiente restrito e macroscópico.

Tais obstáculos presentes nos livros didáticos apresentam empecilhos no processo de aprendizagem, gerando distorções conceituais que acompanham o aluno ao longo de sua formação, o que gera concepções errôneas acerca de teorias e conceitos científicos. As imagens e figuras nos livros didáticos devem ser repensadas para a significação e apreensão dos conceitos, mais do que por meras ilustrações sem consonância com o saber científico.

Análise dos questionários

O questionário aplicado constou de oito questões objetivas. As duas primeiras abordaram temas relativos à atividade escolar em geral. As outras questões foram de caráter científico ou mesmo usando o senso comum. A intenção foi verificar, de acordo com o enfoque bachelardiano, as influências de determinadas correntes filosóficas na opinião dos alunos do ensino médio e superior sobre conceitos abordados na unidade eletroquímica.

Obtivemos um total de 98 questionários, desses 64 eram de alunos do ensino médio e 34 do ensino superior. Todos os questionários foram analisados, mesmo os que não estavam completamente respondidos.

Em nossa análise, buscamos primeiramente a organização dos dados extraídos das respostas dos estudantes e assim lemos e relemos várias vezes os questionários até chegarmos a uma primeira noção de respostas semelhantes procurando-se compreender e dar sentido às explicações dos alunos. Para nós foi fundamental levar em consideração todas as informações passadas pelos estudantes, sem classificá-las como certas ou erradas, pois dessa maneira deixou-se de classificar como erro uma resposta que não estivesse de acordo com a visão cientificamente aceita.

A principal dificuldade encontrada na análise dos questionários foi que ao aplicá-los nos deparamos com um fato que não estávamos esperando para nossas análises. Cerca de 32 alunos das escolas do ensino médio (50% do total) e 11 alunos do ensino superior (cerca de 32,3% do total), relataram que nunca estudaram os conceitos relacionados a óxido-redução em sua vida escolar, muito embora este conceito sempre apareça nas conversas de amigos e no dia-a-dia. Daí, enfatizar que o despreparo dos alunos não está só relacionada à falta de interesse desses, mas também ao descaso que é dado ao ensino público brasileiro.

Outro problema enfrentado durante a aplicação dos questionários é que uma parte deles foi entregue sem nenhuma resposta, sendo 37 alunos das escolas do ensino médio (cerca de 57,8% do total) e 9 alunos da turma de Química I do curso de licenciatura (cerca de 26,5% do total).

A dificuldade em conceituar termos aparentemente simples, como oxidação está presente na maioria das respostas. Percebemos o despreparo dos alunos em conceituar os termos básicos da eletroquímica. As respostas dos alunos sobre os conceitos de óxido-redução estão muito ligadas apenas a perda e ganho de elétrons, em nenhuma resposta foi possível verificar o conceito de oxidação e redução relacionados ao aumento ou diminuição do número de oxidação (Nox), evidenciando que os alunos não compreenderam o conceito de forma científica.

Os níveis das respostas dos alunos do ensino médio e do ensino superior não apresentaram grandes diferenças, como é mostrado na tabela 4.

Tabela 4. Conceitos de oxidação e redução apresentados pelos alunos

conceito	Alunos do ensino médio	Alunos do ensino superior
Oxidação	Aluno 1: <i>“é a perda de elétrons por um elemento químico</i> Aluno 2: <i>“é aquele que doa elétrons”.</i> Aluno 3: <i>“é a substância que perde elétrons”.</i>	Aluno 1: <i>“perda de elétrons”.</i> Aluno 2: <i>“espécie química capaz de perder elétrons”.</i> Aluno 3: <i>“é a perda de elétrons: no caso íons ânions (negativos)”.</i>
Redução	Aluno 1: <i>“é o ganho de elétrons por um elemento químico”.</i> Aluno 2: <i>“que ganha elétrons”.</i> Aluno 3: <i>“substância que ganha elétrons”.</i>	Aluno 1: <i>“espécie química capaz de ganhar elétrons”.</i> Aluno 2: <i>“ganho de elétrons”</i> Aluno 3: <i>“é o ganho de elétrons: no caso íons cátions (positivos)”.</i>

De acordo com as respostas obtidas pelos alunos, os conceitos apresentados são abordados de forma simples e direta, isso talvez por que eles também aprenderam de forma simples, como até podemos perceber em alguns dos livros didáticos adotados e analisados, que também abordam esses conceitos sem a devida complexidade, perpetuando assim, a simplicidade.

Essa abordagem simplista pode se apresentar como um obstáculo na aprendizagem do conhecimento científico. Elas se tornam certezas, que imobilizam a razão, privando-os de uma motivação real para questionarem sobre aspectos particulares dos mesmos fenômenos.

Outro ponto que podemos destacar na nossa análise em relação ao conceito de conceito de oxidação é que os alunos ligam o termo a presença de oxigênio e a associação com ferrugem na sua reação e, essa situação se encontrou mais presente nos alunos de ensino superior. É possível verificar estas observações na Tabela 5.

Tabela 5. Conceito de oxidação apresentado por alunos do ensino médio e superior.

Conceito	Alunos do ensino médio	Alunos do ensino superior
Oxidação	<p>Aluno 1: “<i>entendo que é quando ocorre oxidação em metais (ferrugem)</i>”</p> <p>Aluno 2: “<i>é quando um metal entra em contato com a água</i>”</p> <p>Aluno 3: “<i>é o tipo que acontece com o ferro enferrujando.</i>”</p>	<p>Aluno 1: “<i>é a relação que acontece com o ferro na presença de oxigênio.</i>”</p> <p>Aluno 2: “<i>acredito que oxidação é o que chamamos de ferrugem.</i>”</p> <p>Aluno 3: “<i>no dia-a-dia a oxidação esta ligada ao enferrujamento.</i>”</p> <p>Aluno 4: “<i>reação em que duas substâncias reagem em função do oxigênio.</i>”</p> <p>Aluno 5: “<i>quando molhamos o ferro pois a água e o ferro reagem com o oxigênio.</i>”</p> <p>Aluno 6: “<i>é a perda de átomos de oxigênio.</i>”</p>

Essa idéia de relacionar o conceito de óxido-redução com o termo *ferrugem* ou com a presença de oxigênio pode ser entendida como um obstáculo epistemológico para a compreensão do conhecimento científico. É possível que esses obstáculos sejam como afirma Bachelard (1996), de assimilações, de noções inadequadas ou advindas do conhecimento empírico que o educando vivencia em seu cotidiano e/ou adquirida na escola.

Esse obstáculo evidenciado pelos alunos pode ser enquadrado no realismo, que esta relacionada com a experiência primeira (impressões prévias no campo concreto colocadas antes e acima da crítica de determinados assuntos).

Por ter visto aquele fenômeno no seu dia-a-dia ou até mesmo em alguma aula na própria escola, o aluno mostra dificuldade em superar essa idéia achando que oxidação é apenas o que ocorre com o ferro (ferrugem) ou que tem que haver a presença de oxigênio na reação. A experiência primeira obstaculariza a abstração necessária à construção da racionalização do fenômeno.

Observa-se a partir das respostas colhidas e anotadas na Tabela 5 que a idéia do oxigênio esta tão presente nas concepções dos alunos que, quando perguntado se era possível ocorrer oxidação sem a presença de oxigênio, 19 alunos do ensino médio (ca.de 29,7% do total) e, 13 alunos do ensino superior (ca. de 38,2% do total) responderam não ser possível ocorrer oxidação sem a presença de oxigênio.

Essas impressões prévias dos alunos não contribuem para a formação e o fortalecimento do espírito científico, uma vez que este deve formar-se exatamente contra o que está posto e definido e, por isso, há de ser fruto de inúmeras críticas.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa parte do pressuposto de que a aprendizagem é um processo dinâmico e social onde quem aprende constrói significados, de forma ativa, a partir de suas experiências concretas, ligados ao seu conhecimento prévio, justificando assim, que possa ser uma construção diferente do conhecimento científico envolvido.

O obstáculo da experiência primeira aparece na maioria das respostas dos alunos e sua incidência provavelmente está associada ao conflito existente entre as concepções dos estudantes a respeito dos conceitos investigados e o conceito científico discutidos em sala de aula.

As respostas dos alunos caracterizaram-se pela permanência do erro relacionada à qualidade da substância, evidenciando a presença também do obstáculo substancialista, segundo Bachelard (1996) uma apologia à qualidade íntima das substâncias.

A análise dos diversos obstáculos mapeados, neste estudo, deixou claro que a incidência do obstáculo epistemológico não é causada pela falta de conhecimento, mas pela existência de um conhecimento que resolve os problemas e que tem utilidade e funcionalidade em determinados contextos, onde ele é capaz de produzir respostas adaptadas a certos problemas.

Finalmente, percebeu-se que a maioria dos alunos demonstrou enorme dificuldade na aprendizagem dos conceitos de eletroquímica e, esse problema pode vir justamente da não importância dada às concepções alternativas dos alunos. Por isso, a atuação docente ser certamente muito importante para a aceitação ou refutação dos conceitos básicos de eletroquímica.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

Ao Orientador Prof. Dr. José Estrela dos Santos CFP / UFCG

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Trad. Estela dos Santos Abreu. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 316p.

BUESO, A.; FURIÓ MAS, C. J.; MANS, C. "Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeros Resultados" **Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n. 3, 1988, p.244-248.

FERREIRA, A. B. H. MiniAurélio: o minidicionário da Língua Portuguesa, 7. Ed. – Curitiba: Ed. Positivo; 2008.

GARNETT, Pamela J.; TREAGUST, D.F. "Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations". **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.2, 1992a, p.121-142.

_____. "Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells" . **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.10, 1992b, p.1079-1099.

LÔBO, S. F. O ensino de Química e a formação do educador químico, sob o olhar bachelardiano. **Ciência & Educação**. V. 14, n. 1, p. 89-100, 2007.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química: obstáculos animistas e realistas. **Revista Química Nova**, n.15, p. 254-261, jul. 1992a.

_____. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Universidade Autônoma de Barcelona, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993b.

_____. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. **Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis**, v.13, n.3, p.248-273, dez. 1996d.

MORTIMER, F. Eduardo. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, 20(2)(1997).