III Congresso Internacional
das Licenciaturas
COINTER - PDVL2016

UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA USANDO MATERIAL DE BAIXO CUSTO

Apresentação: Comunicação Oral

Julliete Cristina Maia Bezerra Ramos¹; Ismael Dionísio Souto²; Francisco Emanuel Ferreira de Almeida³

Resumo

O presente trabalho foi realizado no laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Campus João Pessoa, tendo como objetivo principal o de desenvolver uma proposta de ensino experimental que permita fomentar o aprendizado da eletroquímica a partir de uma prática construída com materiais de baixo custo. Essa pesquisa baseou-se no fenômeno da corrosão em arruelas comerciais de aço carbono em três situações distintas: ensaio estático e sem decapagem, ensaio estático com decapagem e ensaio aerado com decapagem. Após a otimização do experimento, essa prática experimental foi aplicada no contexto da educação como experimentação no ensino de Química, o método de estudo foi executado em uma turma de Eletrotécnica do ensino médio integrado do IFPB, onde foi utilizado, como recurso prévio e posterior de avaliação, a Evocação Livre de Palavras. Esse método consiste na solicitação, aos alunos, que escrevem, em ordem de importância, as cinco primeiras palavras que lhes surgem à mente acerca de determinado assunto. Para efeito de aplicação, o ensaio estático e sem decapagem foi o escolhido, em virtude de sua facilidade de aplicação e seus resultados satisfatórios. Na conclusão desse trabalho o sistema mostrou-se ser de fácil montagem, permitiu a sua otimização e levou a visualização dos fenômenos associados a corrosão na forma quantitativa e qualitativa e contribuiu para a melhoria do grau de aprendizado dos discentes envolvidos nessa pesquisa. Através da comparação dos três ensaios, observou-se que o processo corrosivo é mais acentuado quando o meio eletroquímico é submetido à aeração forçada em consequência da maior presença de oxigênio no sistema, o que destaca a importância desse gás nas reações químicas.

Palavras-Chave: Corrosão, Ensino de Química, Materiais de baixo custo.

Introdução

A contextualização dos diversos conteúdos abordados no ensino médio é, muitas vezes, inexistente, fazendo com que o aprendizado dos estudantes fique comprometido. Para dar

¹ Química, IFPB, julliete.quimicaifpb@gmail.com

² Química, IFPB, Ismaelquimicaifpb@hotmail.com

³ Doutor, IFPB, E-mail

significado a um determinado conteúdo é necessário que o discente possa associar o que é visto em sala de aula a algo fora dela. No entanto, alguns professores, principalmente os mais tradicionais, não fazem essa ponte, e o aluno, por si só, pode não conseguir estabelecer alguma relação entre o que estuda na escola e acontecimentos que ocorrem no seu dia a dia.

Um fenômeno de fácil observação é a corrosão, sobretudo em regiões litorâneas e em lugares com ocorrência de neve, em que se percebe largamente a deterioração de alguns materiais metálicos. Assim, esse fenômeno torna-se um instrumento interessante para contextualização em aulas de Química, pois é uma temática que está relacionada ao estudo da eletroquímica e que oportuniza ao discente adquirir o conhecimento teórico daquilo que ele presencia no seu cotidiano, bem como permite ao professor fazer uso da experimentação. A experimentação traz uma contribuição que pode potencializar o aprendizado dos estudantes, pois a utilização de experimentos, principalmente no ensino de Química, que é uma ciência de cunho essencialmente experimental, desperta alguns órgãos dos sentidos, tornando a aprendizagem mais atraente e significativa.

A evocação livre de palavras é uma ferramenta que permite obter a representação social de um determinado grupo de pessoas, ou seja, através da evocação de cinco palavras escritas em ordem de prioridade sobre um determinado tema, é possível entender qual o pensamento do grupo como um todo.

Fundamentação Teórica

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

É comum encontrar nas escolas um quantitativo significativo de alunos que relatam queixas quando são indagados sobre o que eles acham de estudar Química. Para alguns é considerada uma matéria chata, sem importância e sem aplicação no dia-a-dia. Para a melhoria do ensino, uma das sugestões é um maior número de aulas práticas (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

A experimentação pode, também, servir como uma porta de entrada para que o professor simule um problema do cotidiano e que seja da realidade do aluno, proporcionando, assim, maior estímulo e questionamento com senso investigativo (GUIMARÃES, 2009).

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO RECURSO DIDÁTICO

Oliveira (2009) defende que, na utilização de materiais de baixo custo, o aluno interage com a materialização de um equipamento ausente, pois a construção de um equipamento proveniente de materiais de baixo custo substitui o equipamento técnico de laboratório. Outro fator importante

dentro desse contexto é que o discente estabelece um relacionamento com o significado do objeto, e não apenas com o objeto em si. Além disso, o aprendizado pode ser de qualidade quando se utiliza materiais que fazem parte do convívio dos alunos com a função de construir um instrumento que objetiva a experimentação.

EVOCÇÃO LIVRE DE PALAVRAS

A técnica da Evocção Livre de Palavras (ELP) consiste na solicitação, aos alunos, da evocção de, geralmente, cinco palavras, que lhes surgem à mente imediatamente, a partir de um tema predeterminado, denominado termo indutor. Essas cinco palavras devem ser citadas em ordem de importância, onde a primeira palavra o sujeito julga como a mais importante e a última a menos importante. Essa técnica tem como objetivo identificar os elementos centrais de uma representação social, isto é, determinar conceitos sobre um assunto que é significativo para um grupo de indivíduos. As cinco palavras são, então, organizadas considerando-se a frequência e a ordem média de evocção (OME). Com isso, é possível identificar o núcleo central da representação, de acordo com os termos citados pelos discentes segundo sua importância (CORTES JUNIOR; CORIO; FERNANDEZ, 2009).

Os parâmetros utilizados para a ELP são frequência(f) e OME:

“A frequência (f) representa o número total de vezes que a mesma palavra aparece nas evocações dos alunos. A ordem média de evocção (OME) representa o posicionamento que a mesma palavra ocupa dentro das evocações (...).”

Para o cálculo da OME utiliza-se a seguinte relação:

$$OME = \frac{\sum_{n=1}^n n \times (\text{número de evocações em n-ésimo lugar})}{f}$$

FIGURA 1 - Equação para cálculo da OME. Fonte CORTES JUNIOR et al. (2009).

Após o cálculo da frequência e da OME, as palavras são agrupadas em conjuntos de acordo com o quadro 1 a seguir.

QUADRO 1 – Critérios utilizados para definição dos elementos centrais, intermediários e periféricos a partir da evocção livre de palavras. Fonte: CORTES JUNIOR et al. (2009):

Elementos centrais	Elementos intermediários
frequência > média OME < média	frequência > média OME > média
Elementos intermediários	Elementos periféricos
frequência < média OME < média	frequência < média OME > média

Os elementos centrais são determinados pelas palavras que apresentaram OME mais próxima da primeira posição como mais importante e frequência acima da média das frequências. Os elementos intermediários podem ter duas classificações: a primeira, quando as palavras possuem frequência maior que a média das frequências e a OME possui valores mais distantes das primeiras posições, e são, portanto, mais próximos de 5; e a segunda, que considera também as palavras com frequência abaixo da média das frequências e OME mais próximas das primeiras posições, ou seja, próximas de 1. Os elementos periféricos incluem as palavras que obtiveram a frequência menor que a média das frequências e OME maiores que a média, próximas de 1.

PILHAS

Em uma pilha é necessário que as espécies metálicas envolvidas possuam potenciais de redução, representado por E, com valores diferentes. O potencial de redução indica a tendência que uma determinada espécie tem de sofrer redução, ou seja, ganhar elétrons. Se uma espécie sofre redução é porque uma outra espécie sofreu oxidação, que consiste na perda de elétrons. A espécie que sofre redução é o catodo em uma pilha, e a espécie que sofre oxidação é o anodo (CHANG; GOLDSBY, 2013).

CORROSÃO

A corrosão é um fenômeno visualmente frequente e, quando se trata de corrosão em materiais metálicos, é facilmente observada através da coloração marrom-avermelhada, comumente chamada de ferrugem. Contudo, a corrosão não ocorre apenas em superfícies metálicas, mas pode atingir também o concreto, polímeros orgânicos, dentre outros, e consiste no dano causado a um determinado material em consequência da ação do meio externo (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2004).

Dentro do contexto econômico a corrosão desempenha um papel de destaque, pois se faz necessária a troca e reparo de estruturas e, só nos Estados Unidos, os custos com corrosão chegaram a atingir uma quantia superior a 200 bilhões de dólares por ano. Outros problemas também estão associados à corrosão, como a deterioração da estrutura de prédios, pontes, navios e esculturas históricas, além do risco de provocar acidentes com perdas humanas (CHANG; GOLDSBY, 2013).

Metodologia

EXPERIMENTAL

A construção do experimento e a aplicação foram executadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB – Câmpus João Pessoa. Para a realização da parte experimental foram necessários 28 dias para cada ensaio. Os materiais de baixo custo utilizados foram arruelas comerciais de aço carbono, fio de náilon, bomba de aquário, garrafas PET, recipientes de plástico e cloreto de sódio (NaCl).

A metodologia empregada possibilitou a realização de análises qualitativa e quantitativa com levantamento e tratamentos de dados. Para as análises qualitativas o experimento proporciona o vislumbre do fenômeno da corrosão através do aspecto deteriorado das arruelas. As análises quantitativas permitem, através da precisão da pesagem, quantificar a perda de massa sofrida pela arruela em decorrência do processo corrosivo. Esse estudo seguiu como referência o trabalho de Merçon, Guimarães e Mainier (2011), com modificações nos parâmetros de montagem do experimento. O experimento consistiu no mergulho de arruelas de aço carbono em recipientes contendo solução de NaCl a 3,5%, simulando o ambiente salino das águas oceânicas (CLAVICO; GOMES, 2005) em três situações distintas: Ensaio estático sem decapagem; Ensaio estático com decapagem e Ensaio aerado com decapagem.

A decapagem consiste em um tratamento prévio realizado sobre a superfície de uma peça metálica para remoção de carepas e óxidos que são formados durante o processo de fabricação, através da elevada temperatura e a reação do oxigênio atmosférico com o metal base (SIDERURGIA BRASIL, 2007). Neste trabalho a decapagem foi realizada através da imersão de cada arruela em uma solução de ácido clorídrico (HCl 1,0 mol/L) por um período de 15 segundos, lavagem com água corrente e água destilada e imersa em solução de hidróxido de potássio (KOH 1,0 mol/L) por 15 segundos e novamente lavada com água corrente e destilada.

Para as arruelas que não foram submetidas ao processo de decapagem, o procedimento adotado foi o de pesagem antes do acondicionamento em solução salina e, após o intervalo predeterminado, lavagem com água corrente, lavagem com água destilada, secagem e nova pesagem para aferição da massa. As arruelas decapadas foram pesadas somente após a secagem completa posterior ao processo de decapagem. Depois de pesadas foram dispostas na solução salina e ao final do respectivo intervalo, lavadas com água corrente e destilada, secas e novamente pesadas para obtenção da nova massa.

ENSAIO ESTÁTICO SEM DECAPAGEM: as arruelas foram submersas nas soluções salinas, conforme citado anteriormente, através de um fio de náilon preso em um palito de madeira na parte externa da garrafa PET fechada.

ENSAIO ESTÁTICO COM DECAPAGEM: após o processo de decapagem as arruelas foram acondicionadas através de submersão total na solução através de fios de náilon.

ENSAIO AERADO COM DECAPAGEM: após a etapa da decapagem as arruelas foram submetidas à solução salina dispostas em recipientes plásticos abertos conectados à mangueiras, nas quais estas, por sua vez, ligavam-se a uma bomba de aquário para lançar oxigênio nos recipientes.

APLICAÇÃO

A aplicação foi realizada em uma turma do terceiro ano do ensino médio do curso de Mecânica e contou com a participação de 23 alunos durante 2 aulas.

O trabalho foi realizado conforme descrito nas etapas a seguir:

- Avaliação inicial da turma utilizando a ELP;
- Planejamento e execução das aulas expositivo-dialogadas sobre eletroquímica e corrosão, com a utilização de recursos visuais, abordando a temática da corrosão e seus aspectos econômicos e sociais;
- Demonstração experimental do fenômeno da corrosão através do ensaio estático sem decapagem;
- Avaliação final da turma utilizando a ELP.

Resultados e Discussão

ENSAIO ESTÁTICO SEM DECAPAGEM

As figuras 1 e 2, mostram as imagens das arruelas de aço carbono quando submetidas ao ataque corrosivo com cloreto de sódio, sem o sistema de aeração, nos tempos de 7 e 28 dias e 7 e 14, respectivamente. Verifica-se que a oxidação foi mais intensa para a arruela com maior tempo de exposição ao agente químico. Verificou-se também sobre a superfície do metal uma fina camada do produto de corrosão nas figuras 1 e 2.

Figura 1 – Estado inicial, após 7 e 28 dias, respectivamente.

Figura 2 – Estado inicial, após 7 e 14 dias, respectivamente.

Na figura 3, é possível verificar o efeito da aeração com bombeamento de oxigênio no recipiente. A amostra foi submetida ao ataque corrosivo por um tempo de 14 e 28 dias e constata-se, nitidamente, que o aumento da oxigenação da solução eletrolítica contribuiu no aumento da taxa de corrosão.

Figura 3 – Estado inicial, após 14 e 28 dias, respectivamente.

Os gráficos 1 e 2, mostram os a perda de massa em função do tempo de exposição ao meio corrosivo num processo não decapado e decapado, respectivamente. Observa-se nitidamente através do gráfico 2, que a velocidade de corrosão é inversamente proporcional à quantidade do produto de corrosão formado. Isso ocorre quando o produto de corrosão é insolúvel e adere à superfície metálica. No gráfico 2, a velocidade cresce rapidamente. Ocorre quando os produtos de corrosão são solúveis e a área do metal aumenta.

GRÁFICO 1 – Representação da taxa de corrosão para o ensaio estático e sem decapagem.

Fonte: Própria.

GRÁFICO 2 – Representação do ensaio estático e com decapagem. Fonte: Própria.

Para o ensaio aerado e com decapagem constatou-se que, já entre os primeiros sete dias iniciais, há um aumento significativo no processo corrosivo quando comparado com os outros ensaios. É possível verificar uma taxa de variação de massa mais proeminente durante todo o processo de estudo em comparação com os ensaios anteriores, ou seja, a perda de massa foi sempre crescente, sem apresentar uma tendência linear. A decapagem, que promoveu a limpeza da superfície das arruelas em conjunto com o fornecimento de oxigênio, através da bomba de aquário, intensificaram a perda de massa, acelerando o efeito corrosivo.

GRÁFICO 3 – Representação do ensaio aerado e com decapagem. Fonte: Própria.

APLICAÇÃO DIDÁTICA

Na primeira aula, foi solicitado aos alunos que escrevessem cinco palavras que, na opinião deles, estivessem relacionadas com a corrosão, conforme mostra o quadro 2, abaixo. As cinco palavras

evocadas deveriam ser escritas em ordem de prioridade, onde a primeira palavra o discente classificou como mais importante e assim sucessivamente.

Através desse levantamento inicial foi possível calcular a frequência da evocação de cada palavra, a ordem média de evocação (OME) e a média das frequências e OME. Com esses dados foi possível construir a tabela 1 a seguir.

TABELA 1 – Palavras evocadas e cálculos de frequência e ordem de evocação prévia. Fonte: Própria.

Palavra	1ºlugar	2ºlugar	3ºlugar	4ºlugar	5ºlugar	F	%F	OME
tinta	1	0	0	1	0	2	1,8	2,5
temperatura	1	1	0	0	0	2	1,8	1,5
oxigênio	4	4	0	0	2	10	8,8	2,2
ferrugem	2	2	4	1	4	13	11,5	3,2
oxidação	6	5	2	2	1	16	14,2	2,2
material	1	1	1	0	0	3	2,7	2,0
deterioração	1	0	0	2	0	3	2,7	3,0
desgaste	4	3	0	1	1	9	8,0	2,1
custo	1	0	0	1	0	2	1,8	2,5
reação química	1	0	0	0	0	1	0,9	1,0
velocidade	1	0	0	0	0	1	0,9	1,0
composição	0	1	0	0	0	1	0,9	2,0
detrimento	0	1	0	0	0	1	0,9	2,0
atrito	0	1	0	0	0	1	0,9	2,0
química	0	1	1	0	0	2	1,8	2,5
armazenamento	0	1	0	0	0	1	0,9	2,0
metal	0	1	1	2	3	7	6,2	4,0
inutilidade	0	1	0	0	0	1	0,9	2,0
ferro	0	0	1	0	0	1	0,9	3,0
ácido	0	0	2	1	1	4	3,5	3,8
aço	0	0	1	1	0	2	1,8	3,5
degradação	0	0	2	1	1	4	3,5	3,8
umidade	0	0	1	0	0	1	0,9	3,0
elementos	0	0	1	0	0	1	0,9	3,0
perda	0	0	1	0	0	1	0,9	3,0
mecânica	0	0	1	0	0	1	0,9	3,0
água	0	0	1	1	0	2	1,8	3,5
proteção	0	0	1	0	0	1	0,9	3,0
reductor	0	0	0	2	0	2	1,8	4,0
moléculas	0	0	0	2	1	3	2,7	4,3
crescimento	0	0	0	1	0	1	0,9	4,0
qualidade	0	0	0	1	0	1	0,9	4,0
ar	0	0	0	1	0	1	0,9	4,0
tratamento térmico	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0
tratamento químico	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0

diminuição	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0	
origem	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0	
alteração	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0	
natural	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0	
tratamento	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0	
agentes externos	0	0	0	0	1	1	0,9	5,0	
MEDIA							2,68	2,4	3,2
TOTAL							110	100,0	

Com base nos dados fornecidos na tabela 1, foi possível classificar as palavras citadas como inseridas nos elementos pertencentes ao núcleo central. Nesse primeiro momento foi obtida uma frequência correspondente a 2,4. Para a OME o valor encontrado foi de 3,2.

Figura 4 - Representação dos elementos centrais.

Os elementos centrais foram: oxigênio, oxidação, material, deterioração, desgaste e ferrugem, pois apresentaram frequência maior que a média das frequências e uma OME menor que a média, indicando que essas palavras foram citadas mais próximas da primeira posição, sendo consideradas, portanto, como as mais importantes, como observado na figura 4.

Após a realização das aulas e do procedimento experimental no laboratório, foi solicitado, novamente, que os alunos evocassem cinco palavras, em ordem de prioridade, que eles julgassem ter relação com o fenômeno da corrosão.

TABELA 2 – Palavras evocadas e cálculos de frequência e ordem de evocação posterior.

Fonte: Própria.

Palavra	1ºlugar	2ºlugar	3ºlugar	4ºlugar	5ºlugar	frequência	%F	OME
oxirredução	4	0	2	1	0	7	8,9	2,0
redução	3	3	5	0	0	11	13,9	2,2
oxigênio	1	0	0	0	0	1	1,3	1,0
oxidação	4	8	0	0	0	12	15,2	1,7
água	1	0	1	0	1	3	3,8	3,0
eletroquímica	1	2	1	3	1	8	10,1	3,1
reação química	1	0	0	0	2	3	3,8	3,7
reparos	0	1	0	0	0	1	1,3	2,0
catodo	0	1	1	1	0	3	3,8	3,0
degradação	0	1	1	0	3	5	6,3	4,0
troca de elétrons	0	0	1	0	0	1	1,3	3,0
produção	0	0	1	0	0	1	1,3	3,0
anodo	0	0	1	1	1	3	3,8	4,0
íons	0	0	1	3	1	5	6,3	4,0
ferrugem	0	0	1	4	3	8	10,1	4,3
exploração	0	0	0	1	0	1	1,3	4,0
metais	0	0	0	1	1	2	2,5	4,5
economia	0	0	0	0	2	2	2,5	5,0
custo	1	0	0	0	1	2	2,5	3,0
MEDIA							5,3	3,2
TOTAL							79	100,0

Com base nos dados obtidos na tabela 2, realizados para evocação de palavras posterior, foi possível constatar uma frequência = 5,3 e o valor para a OME= 3,2. Com isso, foi possível fazer a classificação dos elementos centrais.

ELEMENTOS CENTRAIS	
frequência > 5,3	oxirredução
OME < 3,2	redução
	oxidação
	eletroquímica

Figura 5 – Representação dos elementos centrais após a realização das aulas.

Os elementos centrais encontrados ao analisar a figura 5 foram: oxirredução, redução, oxidação e eletroquímica, por apresentarem frequência maior do que a média das frequências e OME menor do que a média, indicando que tais palavras estavam próximas da posição número um. Como é possível observar, os elementos centrais citados no segundo momento concordam com os conceitos químicos

relacionados à corrosão descritos ao longo do trabalho, demonstrando, assim, que os estudantes conseguiram associar os fenômenos presentes durante a corrosão com novos conceitos.

Conclusões

Através do processo corrosivo foi possível verificar que com o aumento do teor de oxigênio, através da aeração, ocasionou o aumento no valor da velocidade de corrosão, o que está de acordo com a literatura. Este trabalho também oportunizou aos estudantes envolvidos na pesquisa a observação e compreensão de um fenômeno comum, a corrosão, bem como o conhecimento os fatores que contribuem e previnem a corrosão. Além do aspecto cognitivo, aulas com caráter experimental são, também, motivadoras e estimulantes para os estudantes, pois desperta nestes alguns dos órgãos dos sentidos como a visão, facilitando a união entre o incentivo e o aprendizado, a teoria e a prática.

Referências

CARDOSO, Sheila Pressentin; COLINVAUX, Dominique. **Explorando a motivação para estudar química**. Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 3, mai./jun., 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422000000300018&script=sci_arttext>. Acesso em: 9 maio 2015.

CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth A. **Química**. 11. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1135 p.

CORTES JUNIOR, Lailton Passos; CORIO, Paola; FERNANDEZ, Carmen. **As representações sociais de Química Ambiental dos alunos iniciantes na graduação em Química**. Química Nova na Escola, v.31, n. 1, p. 49-50, fevereiro 2009.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. **Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, p. 198-202, agosto 2009.

MERÇON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MAINIER, Fernando Benedito. **Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico**. Química Nova na Escola, n. 19, p. 11-14, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>> Acesso em: 15 abril 2015.

OLIVEIRA, Noé de. **As atividades de experimentação lúdicas – AEL**. 2009. 148 f. Tese (Doutorado em Química do Cerrado e do Pantanal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <<http://www.lequal.quimica.ufg.br/up/405/o/TeseNo%C3%A9Vers%C3%A3oFinal.pdf>> Acesso em: 23 março 2015.

SIDERURGIA BRASIL. **Decapagem de bobinas de aço carbono**. Ação da Armco. n. 9, jan./abr., 2007. Disponível em: <<http://www.siderurgiabrasil.com.br/novosb/component/content/article/122-materias39/375-decapagem-de-bobinas-de-aco-carbono>> Acesso em: 28 abril 2015.