

**Um modelo de Construção do conhecimento através da prática investigativa de corrosão**  
**Constructive and investigative knowledge production in corrosion science practices**

**Ricardo Luiz Perez Teixeira**

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: ricardo.luiz@unifei.edu.br

**Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira**

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: cyrilet@gmail.com

Recebido: 04/10/2016 – Aceito: 15/11/2016

**Resumo**

No ensino de corrosão para o ensino superior nas engenharias Metalúrgicas e de Materiais, observam-se alguns paradigmas a serem superados na apropriação e desenvolvimento do conhecimento por parte do aluno. A disciplina de Corrosão predispõe o conhecimento anterior de disciplinas na área de química e prescinde de certo conhecimento químico prático-laboratorial a priori. As bases epistemológicas de uma ciência em corrosão, assim transmitida, dificilmente são discutidas e, com isso, acabam fortalecendo e ajudando a prevalecer crenças tácitas de disciplina de difícil entendimento por parte dos alunos. Esse trabalho tem como objetivo propor uma abordagem coerente sobre o currículo para engenharia que concilie o que é ciência na corrosão, como ela é produzida na comunidade científica e recriada na forma pedagógica. A metodologia empregada é a investigação orientada, que utiliza aulas investigativas e experimentais onde é possível alcançar uma aprendizagem significativa e uma aproximação dos alunos com essa disciplina. O resultado desse trabalho é uma abordagem construtiva investigativa na construção conhecimento através da prática de corrosão.

**Palavras-chave:** Ensino de química; construtivismo; experimento; corrosão.

**Abstract**

In engineering courses, the epistemological foundations of a science in corrosion are hardly discussed, which leads to discipline be considered difficult to understand. This encourages the search for a more attractive approach by the teacher. The aim of this study was to show how it is possible to overcome the paradigm of difficulty learning corrosion and its chemical mechanisms using an active learning methodology. We conducted a qualitative research, which proposes an investigative approach to the construction of knowledge through the

practice of corrosion. It was found that the students and teacher liked the part practices and large classes said there were improved learning in relation to corrosion science practices. It was possible to overcome the paradigm of difficulty in learning and its chemical corrosion mechanisms, through an active learning methodology approach, constructive and investigative knowledge production in relation to corrosion.

**Keywords:** Chemistry learning methodology; constructive and investigative knowledge production; experimental practices; corrosion.

## **1. Introdução**

As concepções epistemológicas dos professores de Química e, especificamente neste estudo, dos que lecionam em Corrosão, são majoritariamente de natureza positivista, oriundas da formação histórica em ciências exatas, e elas são determinantes para o uso comum dos modelos pedagógicos que o professor de corrosão utiliza em sala de aula. Como teoria lecionada, na disciplina de Corrosão, o conhecimento científico é entendido como ciência objetiva, verdadeira em termos absolutos, não ideológica por excelência, sem influência da subjetividade e, fundamentalmente, descoberta e provada experimentalmente, por subsídios de observação e experimentação.

Os modelos positivistas habituais têm dificultado a aprendizagem dos estudantes, necessitando de algum suporte no processo cognitivo, pois os estudantes universitários do curso de corrosão apresentam esse déficit cognitivo para compreender e propor modelos explicativos sem a vivência de como se processa a corrosão *in loco*. A prática de corrosão visa a suprir a demanda dos alunos e, assim, estimular apropriação de conhecimento sobre corrosão nos níveis: fenomenológico, teórico e representacional. Tal conhecimento, em termos fenomenológicos, corresponde às observações tácitas confirmadas pelos alunos; o nível teórico se refere às interpretações que ocorrem nos fenômenos observáveis; por fim, o nível representacional diz respeito à linguagem química e de engenharia utilizada para explicar esses fenômenos (símbolos, equações e fórmulas). Dessa forma, o experimento prático tem uma função pedagógica e deve ser tratado como tal. Nesse sentido, ressalta-se a importância do conhecimento teórico anterior para que haja uma discussão prévia relacionada aos conceitos envolvidos, contribuindo, assim, para que haja a associação entre teoria e prática. O professor, na aula prática, promove não apenas à experimentação, mas também o diálogo, com os argumentos dos alunos enriquecendo tanto a teoria quanto a prática, transcendendo o próprio experimento (MATOS et al., 2013; MORAIS, 2014; MORI et al.,

2014; SANTOS et al., 2014; SILVA, 2014; TEIXEIRA, 2014; VASCONCELOS et al., 2013).

Em termos de relevância teórica do conhecimento trabalhado na disciplina Corrosão, sabe-se que a maioria dos materiais sólidos apresenta algum tipo de interação com um grande número de ambientes de natureza química e física diferentes, e um dos produtos possíveis desta interação é a deterioração espontânea por corrosão. Com frequência, a deterioração do material por um meio agressivo externo compromete a sua utilidade ou função original. Como consequência dessa deterioração, tem-se: a perda das propriedades mecânicas, físicas ou de sua aparência original, dentre outras. Os mecanismos de deterioração são diferentes para os três principais tipos de materiais (metais, cerâmicos e polímeros).

Nos metais, tem-se passível no metal em corrosão uma efetiva perda de material metálico, seja por dissolução do metal oxidado no meio externo (corrosão) ou pela formação de uma incrustação ou filme não metálico com características diversas do material metálico. Os problemas de corrosão são freqüentes e ocorrem nas mais variadas atividades, como, por exemplo, nas indústrias: química, petrolífera, petroquímica, naval, de construção civil, automobilística, nos meios de transportes aéreo, ferroviário, metroviário, marítimo, rodoviário e nos meios de comunicação, como também em sistemas de telecomunicações, na odontologia (restauração metálicas, aparelhos de prótese), na medicina (ortopedia) e em obras de arte como monumentos e esculturas.

A ausência de controle e monitoramento do processo de corrosão nos diversos metais existentes pode acarretar em custo diretos e indiretos com impacto em toda sociedade, como a interrupção de fornecimento de energia devido a deterioração dos materiais metálicos de transmissão de energia, bem como a explosão mortal numa indústria pelo vazamento de material combustível de um tanque metálico em meio comburente industrial (JAVAHERDASHTI et al., 2013; GENTIL, 2011; TRESEDER, 1980).

Em termos de definições, tem-se que a corrosão, especificamente, é um processo físico-químico, no qual a interferência do meio agressivo externo sobre a superfície do material metálico resulta na deterioração deste, compromete sua função e sua estrutura, e liberação de certa energia característica da reação corrosiva. Esse processo é espontâneo e ocorre devido à diferença de potencial eletroquímico entre a superfície do metal e o meio externo agressivo ocorrendo a formação de uma camada oxidada do metal na superfície ou a sua formação e dissolução, em seus íons e complexos, no meio agressivo externo. A cinética de corrosão pode ser afetada pela elevação da temperatura, pois esta elevação de temperatura catalisa as reações ligadas à corrosão (GENTIL, 2003; MERÇON et al., 2012).

Para demonstração do fenômeno corrosivo em aula prática, faz-se a adaptação dos trabalhos de Matos e a proposta de Merçon (MATOS, 2013; MERÇON et al., 2012) para a disciplina de corrosão. Desse modo, na aula prática, seleciona-se amostras de aço carbono e de aço inoxidável para imersão em quatro diferentes meios químicos (duas soluções ácidas diferentes, uma solução alcalina e outra solução salina) durante determinado período de um semestre letivo, cada aço e solução em contato separadamente, com o objetivo de se estimar as perdas por corrosão ao longo do tempo em termos de massa e de espessura originais.

O objetivo deste trabalho é propor uma abordagem coerente com o currículo para engenharia e que concilie o que é ciência na corrosão, como ela é produzida na comunidade científica e recriada na forma pedagógica. Como objetivos complementares dessa prática são: além do aluno determinar experimentalmente a taxa de corrosão (em massa e em espessura) das amostras submetidas a diferentes soluções, interpretar e analisar os resultados oriundos do fenômeno de corrosão em diferentes meios químicos. Por fim, no relatório prático-laboratorial, tem-se a construção do conhecimento construtivo investigativo, aliado aos resultados da avaliação qualitativa e quantitativa da taxa de corrosão coerente com a literatura (GENTIL, 2011; NACE RP 0775, 2005; MERÇON et al., 2012; UHLIG, 2011).

## **2. Metodologia**

Essa metodologia pode ser aplicada em turmas do ensino superior e também para ensino técnico médio como forma de contribuição à aprendizagem dos graduandos em Engenharia e demais alunos de curso técnico secundário.

Para esse trabalho prático utilizam-se quatro amostras metálicas de aço 1040 e quatro amostras de aço inoxidável 304. Os materiais metálicos de aço foram escolhidos para o estudo de corrosão, pois são largamente utilizados nas diversas áreas produtivas humanas, seja como parte de um bem de consumo ou de bens de produção, na forma de peças específicas ou na carcaça que reveste um sistema produtivo (GENTIL, 2011; MATOS et al., 2013).

O material metálico de aço 1040 e de aço inoxidável 304 é, então, finamente lixado com lixa de SiC até granulometria #600. O processo de lixamento é necessário para a remoção de óxidos superficiais e de impurezas aderidas à superfície, deixando o material exposto para que ocorram as reações de interesse à corrosão.

Como meios eletrolíticos, utiliza-se as soluções aquosas 5% m/v de NaCl, 5% m/v de HCl, 5% m/v de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e 5% m/v de NaOH. Essas concentrações simulam as condições

diferenciadas de meios nos quais a peça metálica pode ser submetida na natureza, respectivamente meio salino, meio ácido propício a corrosão puntiforme, meio ácido propício a corrosão alveolar e meio alcalino.

Após a realização do procedimento experimental, utilizam-se os conhecimentos teóricos pelas equações de oxirredução, de Faraday, as curvas de polarização, os diagramas de Pourbaix e a equação de taxa de penetração de corrosão para cada meio e condições termodinâmicas como embasamento da discussão dos resultados obtidos de corrosão metálica para cada meio e amostra metálica (aço carbono e aço inoxidável). A conclusão presente no relatório prático objetiva destacar as principais explicações sucintas a respeito do fenômeno corrosivo verificado nos diferentes tipos de metais e meios corrosivos, mas também para se verificar quais conceitos os alunos já se apropriaram por investigação de maneira mais efetiva do conhecimento sobre o fenômeno de corrosão (SANTOS et al., 2014; TEIXEIRA, 2014).

### **3. Conclusão do estudo**

Pelos trabalhos desenvolvidos junto as discentes da disciplina, tem-se um maior motivação no aprendizado utilizando a metodologia investigativa onde o aluno tem a oportunidade experimental da descoberta, da caracterização do fenômeno da corrosão, de lançar hipóteses e previsões de acordo com as reações oxidativas e erosivas da corrosão, enfim, de ativamente vivenciar a metodologia científica (TEIXEIRA et al., 2016).

A abordagem investigativa nesta prática de corrosão visa fomentar no graduando em “Engenharia” na busca de explicações dos fenômenos que se sucedem no laboratório prático com os fenômenos esperados para este, com certo embasamento em literatura acadêmica, que possam trazer esclarecimentos aos resultados obtidos de corrosão. Para isso, o docente é chamado a instigar os alunos a lançar hipóteses explicativas para as diversas condições corrosivas experimentais, hipóteses estas que possam esclarecer os fenômenos observados e registrados em resultados no relatório.

Aliado a visão investigativa fomentada por esta prática de corrosão, tem-se a construção do conhecimento durante o período da prática ao relatório. Levando-se em consideração as ideias construtivistas, verificando e atuando nas concepções prévias dos existentes pelo uso da observação e o registro dos fenômenos corrosivos que acontecem em situações diferentes de corrosão, o graduando toma posse do conhecimento e vence o paradigma da impossibilidade de entendimento do fenômeno de corrosão. Nesta etapa, o

docente é importante para destacar e esclarecer os fenômenos observados e registrados que colaborem na explicação e na compreensão máxima do fenômeno corrosivo apresentado.

O relatório prático de corrosão é o instrumento que se propõe a utilizar para a verificação se a aprendizagem acontece de forma adequada. O relatório de prática possibilita, assim, ao docente avaliar como foi contextualização pelo aluno a teoria de corrosão na aula prática e como aluno compreende os conceitos envolvidos.

## **Referências**

SILVA, Flávia Cristiane Vieira da; CAMPOS, Angela Fernandes; ALMEIDA, Maria Angela Vasconcelos de. O trabalho com situação-problema utilizando elementos do ensino por pesquisa: análise das impressões de futuros professores de química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, p. 37-48, 2014.

MORAIS, Robson Oliveira de et al. Reflexão sobre a pesquisa em ensino de química no Brasil através do panorama da linha de pesquisa: linguagem e formação de conceitos. **HOLOS**, v. 4, p. 473-491, 2014.

DE VASCONCELOS, Flávia Cristina Gomes Catunda; ARROIO, Agnaldo. Explorando as percepções de professores em serviço sobre as visualizações no ensino de química. **Quim. Nova**, v. 36, n. 8, p. 1242-1247, 2013.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 4ªed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 6ª ed., 2011.

JAVAHERDASHTI, Reza; NWAHOHA, Chikezie; TAN, Henry (Ed.). **Corrosion and materials in the oil and gas industries**. CRC Press, 2013.

MATOS, Larissa Aparecida Corrêa, TAKATA, Neide Hiroko, BANCZEK, Everson do Prado. PARA A EDUCAÇÃO, Nas Diretrizes Curriculares. A Gota Salina de Evans: Um Experimento Investigativo, Construtivo e Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, vol. 35, 2013.

MERÇON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MAINIER, Fernando Benedito. **Corrosão**: um exemplo usual de fenômeno químico. Redes, 2012.

MORI, Rafael Cava; DA SILVA CURVELO, Antonio Aprigio. O que sabemos sobre os primeiros livros didáticos brasileiros para o ensino de química. **Quim. Nova**, v. 37, n. 5, p. 919-926, 2014.

NACE RP 0775 – **“Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operation”** – NACE International: Standard Recommended Practice, 2005.

SANTOS, João Bosco; SHITSUKA, Ricardo; TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez. A construção do raciocínio lógico-dedutivo para alunos dos cursos de engenharia metalúrgica. **Maestria** (Sete Lagoas), v. 1, p. 99-117, 2014

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez. A escola cidadã: a avaliação formativa como formativa como ferramenta transformadora para uma escola cidadã. **Maestria** (S. Lagoas), v.1, p.135-146, 2014.

TEIXEIRA, R. L. P.; SHITSUKA, R. ; SILVA., P. C. D. Estudo de caso: Utilização de metodologias ativas em práticas de ciência da corrosão. Anais do **XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2016)**. Brasília: ABENGE, v. 1, p. 1-11, 2016. Disponível em: <[http:// http://abenge.org.br/cobenge-2016/anais/anais/155891.pdf](http://http://abenge.org.br/cobenge-2016/anais/anais/155891.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2016.

TRESEDER, R. S. **NACE corrosion engineer's reference book**. 1980.

UHLIG, Herbert Henry. **Uhlig's corrosion handbook**. John Wiley & Sons, 2011.