

**Luís Fernando Paulista Cotian  
(Organizador)**

**Engenharias, Ciência  
e Tecnologia 7**

**Luís Fernando Paulista Cotian**  
(Organizador)

# **Engenharias, Ciência e Tecnologia**

## **7**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 7 [recurso eletrônico] / Organizador  
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 7)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-093-3

DOI 10.22533/at.ed.933193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.  
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

DOI O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume VII apresenta, em seus 23 capítulos, conhecimentos relacionados a Educação em Engenharia relacionadas à engenharia de produção.

A área temática de Educação em Engenharia trata de temas relevantes para a mecanismos que auxiliam no aprendizado de técnicas, ferramentas e assuntos relacionados a engenharia. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Educação em Engenharia e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AULAS EMPREENDEDORAS E INOVADORAS NA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA	
<i>Itauana Giongo Remonti</i> <i>Nilza Luiza Venturini Zampieri</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
AVALIAÇÃO DO ENSINO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ARQUITETÔNICA PARA ENGENHARIAS: UM ESTUDO DE CASO	
<i>Vinicius Albuquerque Fulgêncio</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
AVALIAÇÃO DO ENSINO NO CURSO DE ENGENHARIA DA UFRN: DIAGNÓSTICO INICIAL	
<i>Elena M. B. Baldi</i> <i>Maria A. Barreto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E A PERCEPÇÃO DE DISCENTES DE ENGENHARIA DO CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL	
<i>Keila Crystyna Brito e Silva</i> <i>Francimary Cabral Carvalho</i> <i>Juan Gabriel Albuquerque Ramos</i> <i>Ana Cláudia Ribeiro de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
CRIAÇÃO DE RECURSOS PEDAGÓGICOS: E.V.A COM ACADÊMICOS DO CURSO DE PEDAGOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA (UERR)	
<i>Eveline Brito</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>52</b>
ENGENHARIA MECÂNICA E SOCIEDADE: REFLEXOS DA FORMAÇÃO NOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO	
<i>Marina Borsuk Fogaça</i> <i>Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>60</b>
ESTUDO DE CASO: UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS EM PRÁTICAS DE CIÊNCIA DA CORROSÃO	
<i>Ricardo Luiz Perez Teixeira</i> <i>Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931017</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>71</b>
INDICADORES QUALITATIVOS DE PROCESSOS DE APRENDIZAGEM NA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM DISCIPLINAS BASEADAS EM PROJETOS	
<i>Miguel Angel Chincaro Bernuy</i>	
<i>Fabio Luíz Baldissera</i>	
<i>José Eduardo Ribeiro Cury</i>	
<i>Ubirajara Franco Moreno</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>82</b>
INTERAÇÃO ENTRE O MEIO ACADÊMICO E A SOCIEDADE	
<i>Geny da Silva Bezerra</i>	
<i>Emerson Lopes de Amorim</i>	
<i>Aline Oliveira da Silva</i>	
<i>Andressa Kellen de Lima Assunção</i>	
<i>Elieth Ferreira Silva</i>	
<i>Renata Thalia Rodrigues de Andrade</i>	
<i>Francilene Cardoso Alves Fortes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9331931019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>98</b>
O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DO LETRAMENTO IMAGÉTICO NAS DISCIPLINAS DOS CURSOS DE ENGENHARIA	
<i>Márcia Verena Firmino de Paula</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
O ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E LÚDICAS	
<i>Fernanda Luíza de Sousa</i>	
<i>Gislayne Elisana Gonçalves</i>	
<i>Elisângela Silva Pinto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>109</b>
O PROEJA NA EDUCAÇÃO DO CAMPO: UMA ANÁLISE CURRICULAR DA DISCIPLINA DE EDUCAÇÃO FÍSICA	
<i>Sâmmya Faria Adona Leite</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>134</b>
O USO RACIONAL DA ÁGUA: AÇÕES MULTIDISCIPLINARES NO ENSINO DE FÍSICA	
<i>Elizângela Maria de Ávila Gonçalves</i>	
<i>Josiane Maximina Elias</i>	
<i>Gislayne Elisana Gonçalves</i>	
<i>Elisângela Silva Pinto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>142</b>
OBSTÁCULOS QUE COMPROMETEM O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM NOS CURSOS DE ENGENHARIA: VISÃO DOS PROFESSORES	
<i>Gláucia Nolasco de Almeida Mello</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310114</b>	

**CAPÍTULO 15 ..... 154**

OS CONCEITOS DE PÚBLICO E PRIVADO E SUAS RELAÇÕES NA SOCIEDADE ATUAL

*Elemar Kleber Favreto*

*Juliana Cristina Sousa da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.93319310115**

**CAPÍTULO 16 ..... 164**

PRÉ-CONCEPÇÕES DE ALUNOS DOS ENSINOS SUPERIOR E PROFISSIONALIZANTE SOBRE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E SOFTWARE DE DOMÍNIO PÚBLICO

*Elson de Campos*

*Emerson F. Lucena*

*Jerusa G. A. Santana*

*Rodrigo S. Fernandes*

*Tessie G. Cruz*

**DOI 10.22533/at.ed.93319310116**

**CAPÍTULO 17 ..... 176**

PROJETO FORA DA ESTRADA, DENTRO DA FLORESTA: AÇÕES EDUCATIVAS PARA SENSIBILIZAÇÃO E PREVENÇÃO AO ATROPELAMENTO DE FAUNA SILVESTRE EM NITERÓI, RJ.

*Aline Braga Moreno*

*Luiza Teixeira Gomes da Silva*

*Márcia Ferreira Tavares*

*Thaís de Oliveira Gama*

*Carolina Marinho Colchete*

*Sávio Freire Bruno*

**DOI 10.22533/at.ed.93319310117**

**CAPÍTULO 18 ..... 181**

REFLEXÕES SOBRE O SENSO COMUM, AS TECNOLOGIAS SOCIAIS E A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

*Luciane Kawa de Oliveira*

*Joana Santangelo*

**DOI 10.22533/at.ed.93319310118**

**CAPÍTULO 19 ..... 197**

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA DO CONTEÚDO DE ÁCIDOS E BASES EM UM CURSO DE NÍVEL TÉCNICO SUBSEQUENTE

*Michele Cristine Arcilio Ferreira*

*Marina Ferreira Araújo de Almeida*

*Sylvia Marcela de Lima*

*Antonio Carlos Frasson*

*Danislei Bertoni*

**DOI 10.22533/at.ed.93319310119**

**CAPÍTULO 20 ..... 210**

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS NO ENSINO DE FATORES DE CONCENTRAÇÃO DE TENSÃO

*Italo Oliveira Rebouças*

*Prince Azsemergh Nogueira de Carvalho*

*Zoroastro Torres Vilar*

**DOI 10.22533/at.ed.93319310120**

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>221</b>
UTILIZANDO O TEMA ÁGUA EM UMA ABORDAGEM CTSA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
<i>José Augusto Stefini</i>	
<i>Alana Neto Zoch</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>233</b>
ESTÁGIO NO EXTERIOR: A EXPERIÊNCIA DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA DA UTFPR QUE INTERCAMBIARAM EM 12 PAÍSES PELO PROGRAMA CIÊNCIA SEM FRONTEIRAS	
<i>Maria Marilei Soistak Christo</i>	
<i>Débora Barni de Campos</i>	
<i>Fábio Edenei Mainginski</i>	
<i>Luis Mauricio Martins de Resende</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>243</b>
CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE E O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS E COLABORATIVAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA	
<i>Patrícia Gomes de Souza Freitas</i>	
<i>Luciene Lima de Assis Pires</i>	
<i>Marta João Francisco Silva Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.93319310123</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>255</b>

## ESTUDO DE CASO: UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS EM PRÁTICAS DE CIÊNCIA DA CORROSÃO

### Ricardo Luiz Perez Teixeira

Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira, Instituto de Engenharias Integradas, Curso de Engenharia de Materiais  
Itabira – Minas Gerais

### Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira

Pesquisadora do Grupo de Pesquisas em Sistemas de Exaustão – GPESE - da Universidade Federal de Itajubá Campus de Itabira, Instituto de Engenharias Integradas, Curso de Engenharia de Materiais  
Itabira – Minas Gerais

**RESUMO:** Nos cursos de engenharia, as bases epistemológicas de uma ciência em corrosão dificilmente são discutidas, o que leva a disciplina ser considerada como de difícil entendimento. Isso fomenta a busca por uma abordagem metodológica mais atraente pelo docente. O objetivo do presente estudo foi apresentar de que forma é possível superar o paradigma da dificuldade em aprender a interpretar curvas de polarização para ação preventiva e preditiva da corrosão e seus

mecanismos químicos. Realizou-se uma pesquisa qualitativa de viés quantitativo, na qual se propõe uma abordagem investigativa sobre a construção de conhecimentos por meio das atividades de prática de corrosão pelo discente. Verificou-se quanto das percepções dos discentes à aplicação de metodologias de aprendizagem ativa nas aulas práticas, que a maioria deles afirma que há uma contribuição para uma aprendizagem significativamente em relação à ciência da corrosão. Adicionalmente, o desempenho dos discentes avaliados pelo docente foi satisfatório. Pôde-se superar, assim, o paradigma da dificuldade em aprender corrosão e seus mecanismos químicos, por meio de uma abordagem por metodologia ativa, construtiva e investigativa na produção de conhecimentos em relação à corrosão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologia ativa, Prática Experimental, Corrosão, Química.

**ABSTRACT:** In engineering courses, the epistemological foundations of a science in corrosion are hardly discussed, which leads to discipline be considered difficult to understand.

Este artigo está vinculado ao seguinte evento e publicação, são eles:

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; SHITSUKA, Ricardo; SILVA, Priscilla Chantal Duarte. Estudo de caso: Utilização de metodologias ativas em práticas de ciência da corrosão. In: Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2016). Brasília: ABENGE. 2016. p. 1-11.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; TEIXEIRA, Cynthia Helena Soares Bouças. Um modelo de Construção do conhecimento através da prática investigativa de corrosão. Research, Society and Development, v. 4, n. 1, p. 38-44, 2017.

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 bases epistemológicas de uma ciência em corrosão dificilmente são discutidas e, com isso, acabam fortalecendo e ajudando a prevalecer as crenças tácitas de disciplina de difícil entendimento por parte da grande maioria dos discentes. Tal estereotipia fomenta buscas por uma abordagem metodológica mais atrativa para o graduando em Engenharia. Em outros termos, uma abordagem que seja coerente com o currículo para engenharia e concilie o que é ciência na corrosão.

As metodologias ativas contribuem reforçam a relação entre a teoria e a prática e para o fortalecimento da autonomia do discente. Pela teoria cognitivista de Ausubel (1980), tem-se um aprendizado mais eficiente nas ocasiões em que o estudante consegue agregar e incorporar os novos conteúdos aos já existentes. Ausubel valoriza, assim, o conhecimento e o entendimento de informações, cujos conteúdos se agregam com os conhecimentos prévios que auxiliam na aprendizagem e no crescimento cognitivo dos indivíduos.

Isso posto, o objetivo do presente estudo é apresentar os resultados o impacto da aplicação de uma atividade prático-teórica na aprendizagem de corrosão pela correta análise do fenômeno da corrosão por meio de metodologias ativas neste contexto. Realiza-se, assim, uma pesquisa qualitativa, na qual buscou-se verificar se o recurso a metodologias de aprendizagem ativa como prática pedagógica melhoram o desempenho na construção do conhecimento no processo de aprendizagem de química e corrosão.

## 2 | A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A APRENDIZAGEM ATIVA

No processo de ensino-aprendizagem, o professor organiza a forma, o conteúdo

e as avaliações para que criar oportunidades de aprendizagem aos discentes.

Observa-se que na medida em que se consegue realizar um trabalho educativo que proporcione a aprendizagem por descoberta, caminha-se para a ocorrência da aprendizagem significativa. Em outros termos, a aprendizagem é instigada, na visão dos autores, pelo princípio da descoberta, isto é, quanto mais os discentes investigam, mais tendem a aprender e a ter interesse pelo conteúdo.

Quando se trabalha com conhecimentos e conceitos próximos daqueles que os discentes já possuem, ou seja, numa região proximal do conhecimento, facilita-se o aprendizado (WELLINGS, 2003, VIGOTSKY, 2008). A aprendizagem que ocorre com conceitos próximos daquilo que o discente já conhece facilita a amarração ou ancoragem das informações novas e possibilita acontecer a aprendizagem significativa.

Outro aspecto que se torna importante ao aprendizado é a questão da interação social. A interação e as emoções que ocorrem nos processos no aprendizado podem facilitar a ocorrência deste (WALLON, 2008). Nos processos educacionais nos quais conseguimos fazer com que ocorra a interação entre os envolvidos em cima do tema proposto pode-se facilitar o aprendizado.

As metodologias ativas de ensino-aprendizagem segundo Borges (2014), como a “Aprendizagem Baseada em Problemas” ou PBL (Problem-Based Learning), fomentam o “aprender a aprender” de forma construtiva e proativa. Este processo é centrado num problema apresentado na maior parte das vezes como um caso de estudo e a sua resolução. Segundo Perrenoud, dentro de regras claras baseadas no real, dentro da zona proximal, como mencionado por Lev Vygotsky (PERRENOUD, 2000; FREIRE, 2006; VIGOTSKY, 2008).

A corrosão é estudada em cursos de Graduação em Engenharia e de Graduação em Química Industrial. Em geral, o ensino de corrosão normalmente faz parte do currículo dos cursos de química e nos de engenharia, principalmente, nas modalidades de metalúrgica, materiais, química e muitas em civil e mecânica (OLIVEIRA, 1996). A rigor, o ensino de corrosão nem sempre é obrigatório e muitos cursos o inserem em disciplinas optativas de 3º ano (6º nível), em que se estudam os fenômenos associados à corrosão química (MERÇON, 2004, GENTIL, 2011).

Segundo Lôbo (2003), as concepções epistemológicas dos professores de Química e, abrangendo neste estudo dos que lecionam em Corrosão, são majoritariamente de natureza tecnicista, oriundas da formação histórica em ciências exatas, determinantes para o uso comum dos modelos pedagógicos que o professor de química utiliza em sala de aula. Em princípio, a disciplina de Corrosão e o conhecimento científico é entendido de modo objetivo e verdadeiro em termos absolutos, isto é, como um conhecimento não ideológico por excelência, sem influência de qualquer subjetividade e somente capaz de ser reconhecido por descoberta e provado experimentalmente, por subsídios de observação e experimentação. Os modelos tecnicistas habituais aplicados no ensino de engenharia no século XX têm dificultado a aprendizagem pelo estabelecimento de regras fixas de causa-efeito, pelo uso de métodos quantitativos

de investigação, utilizando-se de fatos teóricos generalizáveis (HAYATI et al., 2006), o que para os mecanismos termodinâmicos e cinéticos associados à corrosão nem sempre se mostram universais na prática e podem adentrar para uma complexidade elevada quando se consideram as condições do metal reagindo com o meio externo. Esta dificuldade na aplicação do modelo de ensino aos discentes ocasionam um baixo desempenho escolar e uma certa antipatia para com a disciplina corrosão, uma vez que os universitários do curso de corrosão apresentam dificuldade para compreender e propor modelos termodinâmicos e cinéticos explicativos sem a vivência de como se processa a corrosão in loco, isto é, carecem de presenciar a prática para entenderem a teoria.

Sob esse aspecto, a prática de corrosão visa a suprir a demanda dos discentes e estimular a apropriação de conhecimento sobre corrosão nos níveis: fenomenológico, teórico e representacional. Tal conhecimento, em termos fenomenológicos, corresponde às observações tácitas confirmadas pelos discentes. Já o nível teórico refere-se às interpretações que ocorrem pela observação, enquanto 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 para que haja a associação eficaz entre a teoria e a prática. É preciso, pois, conciliar ambas para que não haja práticas sem fundamentação ou “vazias” de significado.

O professor, na aula prática, promove não apenas à experimentação, mas também o diálogo, com os argumentos dos discentes enriquecendo, assim, tanto a teoria, quanto a prática, transcendendo o próprio experimento (MATOS et al., 2013; MORI et al., 2014; SILVA, 2014; MORAIS, 2014; VASCONCELOS et al., 2013).

Em termos de relevância teórica do conhecimento trabalhado na disciplina de 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. Um dos produtos possíveis desta interação é a deterioração espontânea por corrosão. Com frequência, a ação erosiva ou oxidativa do material por um meio agressivo externo compromete a sua utilidade ou função original (TRESEDER, 1980; JAVAHERDASHTI et al., 2013).

### 3 | METODOLOGIA

Pesquisa é a investigação sistemática de alguma coisa ou algum fenômeno com o objetivo de obter ou construir algum conhecimento e ela pode ser qualitativa ou quantitativa. Neste estudo de caso, realiza-se uma pesquisa qualitativa com viés quantitativo frente aos discentes que consiste em buscar opiniões por meio de

entrevistas e levantamentos de opiniões sobre as reações e produtos obtidos na prática de corrosão. Na pesquisa qualitativa, existem algumas características que são: o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental, o caráter descritivo, o significado que as pessoas dão às coisas e o enfoque indutivo. Na pesquisa quantitativa, existe a preocupação do trabalho com os números (ESTRELA, 2005, LUDKE; ANDRE, 2013). Sendo assim, no presente estudo, procurou-se fazer uma pesquisa qualitativa com viés quantitativo pelo desempenho em notas dos discentes de modo que as elas podem se complementar (YIN, 2010).

#### 4 | CONTEXTO DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada com 118 discentes do último ano de dois cursos de graduação, sendo 86 do 4º ano (8º nível ou período) do curso de engenharia metalúrgica da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) e 32 do 3º ano (6º nível) do curso de engenharia de materiais da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). O perfil etário dos discentes variava de no mínimo 16 anos de estudos escolares e na faixa de idade entre 20 anos e 29 anos. O período de tempo foi de fevereiro de 2012 a dezembro de 2013.

Nos experimentos foram fornecidos alguns materiais metálicos de aço: pregos, parafusos, porcas e pedaços de chapa para o estudo do fenômeno corrosivo em meios agressivos diferenciados como solução alcalina, solução salina, solução ácida e no próprio ar. Durante estes experimentos, realizou-se uma adaptação dos trabalhos de Matos e a proposta de Merçon (MATOS, 2013; MERÇON et al., 2012) para a disciplina prática de corrosão. Desse modo, foram selecionadas amostras de aço carbono e de aço inoxidável para imersão em quatro diferentes meios químicos (duas soluções ácidas diferentes, uma solução alcalina e uma 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. Como objetivos complementares da prática, entendeu-se que, além do discente determinar experimentalmente a taxa de corrosão (em massa e em espessura) das amostras submetidas a diferentes soluções, ele é capaz de interpretar e analisar os resultados oriundos do fenômeno de corrosão em diferentes meios químicos. Pelo relatório prático-laboratorial, pôde-se constatar a construção do conhecimento construtivo investigativo, aliado aos resultados da avaliação qualitativa e quantitativa da taxa de corrosão coerente com a literatura (MERÇON et al., 2012; UHLIG, 2011; GENTIL, 2011; NACE RP 0775, 2005). Após a realização do procedimento experimental inicial, incentivou-se aos discentes, com o acompanhamento docente, respostas para os comportamentos diferentes de corrosão do mesmo tipo de metal em diferentes meios. Os discentes, executam, assim, a atividade investigativa do uso dos conhecimentos teóricos da eletroquímica (de 2º ano) e de química geral (1º ano) 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). O resultado foi um relatório completo com os resultados qualitativos e quantitativos da corrosão em diferentes meios para o aço. A conclusão presente neste relatório completo 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 discentes já se apropriaram por investigação de maneira mais efetiva do conhecimento sobre o fenômeno de corrosão.

Realizou-se, posteriormente, entrevistas em formulários com escala Likert com os discentes no intuito de verificar como eles compreenderam a realização de trabalhos práticos e de que maneira esses influenciaram o aprendizado. Para a compilação dos dados, buscou-se uma quantificação dos resultados das perguntas aos discentes “Eu gosto das aulas laboratoriais, pois vejo a teoria na prática” e “Eu gosto das aulas práticas pois melhora meu aprendizado em relação à corrosão” por meio de uma escala Likert com 5 (cinco) alternativas possíveis para cada questão (VIEIRA & DALMORO, 2008, MIRANDA, 2009). Esta escala é utilizada em pesquisas e é uma das mais aceitas em nível mundial para quantificação de fenômenos com resposta qualitativa.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização do trabalho prático pelos discentes foi reconhecida como de relevância substancial para a aprendizagem conforme afirmação:

“Foi a primeira vez que foi realizada uma prática de corrosão em que pude realmente visualizar os conceitos teóricos”. Discente 1

A partir do relato de um dos informantes, pode-se verificar que quando se trabalha somente as questões teóricas, os discentes muitas vezes aprendem de modo mecânico ou não conseguem correlacionar, de algum modo, teoria e prática, o que dificulta o aprendizado. Muitos cursos trabalham mais o aspecto teórico pela falta de laboratórios ou de reagentes, ou mesmo, de técnicos de apoio e pessoal para manutenção dessas instalações.

As práticas são importantes para que os discentes possam realizar descobertas e analisar como o fenômeno acontece na prática, por meio da observação participante. Ao terem que realizar atividades de pesquisa, observação, busca de informações eles interagem com os colegas de modo social. A interação como considera Wallon (2008) e Vygotsky (1991) facilitam o aprendizado.

Pela Figura 1, vê-se que a frequência registrada pelo docente das atividades de participação dos discentes de engenharia de materiais e de engenharia metalúrgica

de forma mais ativa e cognitiva nas questões da aula prática em conjunto a teórica de corrosão. Contouse como aprendizagens cognitivas cada realização de operações matemáticas, realizar e entender o experimento de corrosão. Quanto a aprendizagens de habilidades incluiu-se cada realização de cálculos e a obtenção de resultados coerentes. Para a aprendizagens de atitudes contou-se cada argumentação envolvendo a explicação do fenômeno corrosivo, contagem essa que envolve basicamente cada contra argumentação prévia ou mudança de valores, atitudes e nova visão dos fenômenos químicos que transcorriam na prática laboratorial. Em relação ao local em que ocorreram as aprendizagens relatadas, todas as ocorrências foram em sala de aula e no laboratório de química.

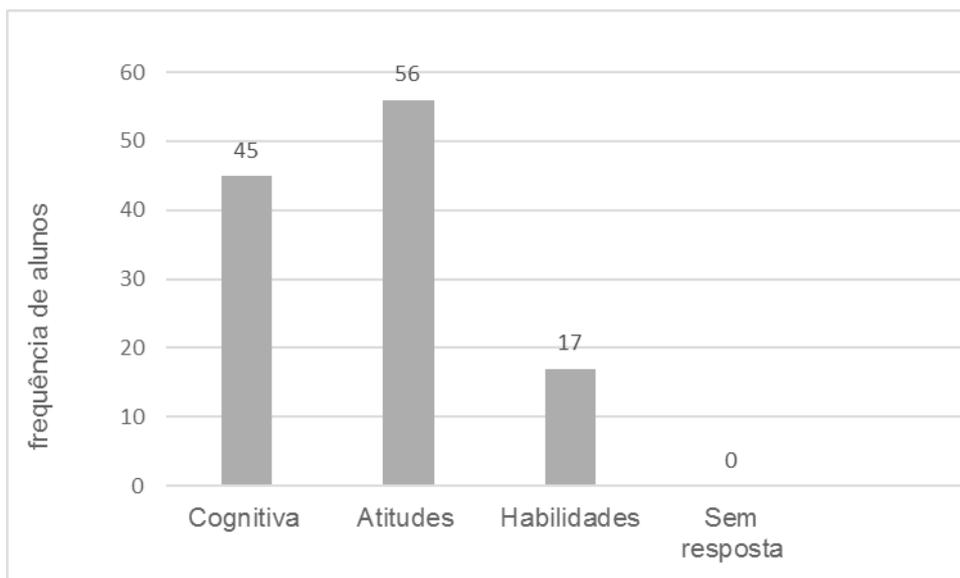


Figura 1. Frequência dos tipos de aprendizagem encontrados nos relatos de 118 Discentes de graduação.

A pesquisa ou busca das informações, resultados e interpretação leva ao aprendizado significativo como considera Ausubel (1980), ou seja, a prática laboratorial foi ao encontro das teorias educacionais.

1	2	3	4	5
0	3	16	32	67

Tabela 1 – Respostas dos estudantes em relação à afirmação “Eu gosto das aulas laboratoriais, pois vejo a teoria na prática”.

Legenda: 1 – discordo completamente da afirmação; 2 – discordo parcialmente; 3 – concordo mais ou menos; 4 – concordo com a afirmação; 5 – concordo completamente.

Observa-se que há cinco possibilidades, em que 1 é o menor grau de concordância e 5 é o maior grau. Os discentes da presente pesquisa unicamente afirmaram que concordavam e que gostavam das aulas práticas, nas quais, segundo relatos, favoreceram o aprendizado em relação à corrosão. Nas entrevistas, complementou-

se com as afirmações já feitas que os discentes consideram que a prática é necessária para que os discentes “fixem os conhecimentos”:

“Nas experiências, a gente vê a corrosão acontecer de verdade e observa a forma que ela acontece, a cor, o cheiro, a velocidade em diferentes condições, mede o peso da perda de material, e isso faz a gente ficar mais segura em relação ao que está aprendendo, além disso tem as questões passadas pelo professor”. Discente 2.

No relato do discente 2, pode-se constatar que muitas pessoas aprendem vendo, outras ouvindo ou escrevendo. Não se pretendeu, nesse estudo, contudo, comparar os diversos tipos de aprendizagem. É sabido, porém, que na educação moderna valorizam-se as inteligências múltiplas e, portanto, destaca-se a importância de o docente procurar variar os mecanismos de ensino de modo que esses favoreçam múltiplas funções e habilidades.

Em relação à escala Lickert, a Tabela 2 apresenta os resultados de grau de concordância em relação à afirmação:

“A prática de corrosão foi um ferramental útil na consolidação dos conceitos”.  
Discente 3.

1	2	3	4	5
0	5	7	60	46

Tabela 2 – Respostas dos estudantes em relação à afirmação “Eu gosto das aulas práticas pois melhora meu aprendizado em relação à corrosão”.

Legenda: 1 – discordo completamente da afirmação; 2 – discordo parcialmente; 3 – concordo mais ou menos; 4 – concordo com a afirmação; 5 – concordo completamente.

Observa-se na Tabela 2 que há cinco possibilidades, onde 1 é o menor grau de concordância e 5 é o maior grau. Os discentes da presente pesquisa unicamente afirmaram que concordavam e que gostavam das aulas práticas, nas quais melhoram o aprendizado em relação à corrosão. Nas entrevistas, complementou-se com as afirmações já feitas que os discentes consideram que a prática é necessária para que os discentes:

“Aprendam e sintam o significado erosivo da corrosão”. Discente 4.

O relatório completo prático de corrosão foi o instrumento utilizado para a verificação docente se a aprendizagem acontece de forma adequada pelo desempenho dos discentes. A avaliação foi atribuída numa escala de 0 % (não participou da prática) a 100 % (realizou a prática com êxito na solução de todos os problemas propostos). Em termos de desempenho avaliado pelo docente para o relatório de prática entregue, notou-se um desempenho satisfatório com nenhuma reprovação por nota ou por falta

tanto na UNIFEI quanto na UEMG, inclusive com nota final mínima de 75 %, superior ao 60% necessário para a aprovação na disciplina, para os objetivos da prática proposto pelo docente, Figura 2. Complementando, a nota do desempenho discente para a prática de corrosão constou no lançamento e registro de notas para a disciplina de EMT041.2 de Tópicos Especiais EMT: Corrosão Metálica (Prática) no segundo semestre de 2013 para os discentes da UNIFEI e Corrosão COR do primeiro semestre de 2012 ao primeiro semestre de 2013 para os discentes da UEMG.

Na Figura 2, pode-se atribuir a maior dispersão da média aritmética de desempenho dos alunos da UNIFEI ao fato da disciplina ter sido lecionada em somente um semestre de 2013, enquanto na UEMG houve três semestres e ao fato da maior população amostral. Este efeito combinado de maior quantidade de semestres em que a disciplina foi lecionada e a maior quantidade de alunos pode ter diminuído o peso das notas extremas na avaliação da média aritmética e do desvio padrão do desempenho dos discentes da UEMG em relação aos da UNIFEI, numa análise preliminar da diferente dispersão do desempenho entre as médias obtidas (BUSSAB & MORETTIN, 2011). O estudo estatístico aprofundado do diferente comportamento da dispersão de desempenho entre os discentes da UEMG e UNIFEI apresentado na Figura 2 não foi realizado neste trabalho.

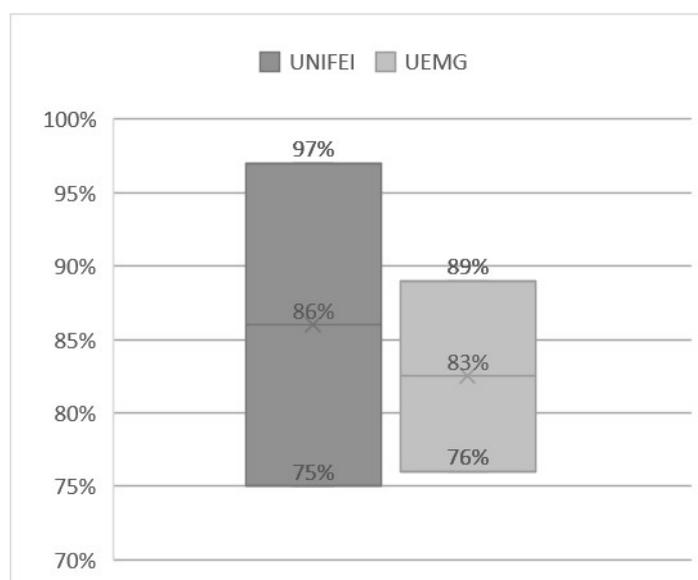


Figura 2. Desempenho dos discentes de Graduação da UEMG e da UNIFEI na prática de corrosão por metodologia ativa.

Na realidade, nas práticas e na elaboração do relatório, os discentes trabalham com conteúdo muito próximos de química e eletroquímica, além de situações que levam a associações dos fenômenos corrosivos no cotidiano em situações mais próximas da realidade, seja no portão ou na cerca de arame metálicas que oxida no meio rural, seja nas estruturas e construções metálicas que também oxida no meio urbano e industrial ou mesmo marítimo. Essa realidade vai ao encontro das ideias de Vygotsky (1991), que

considera que o aprendizado ocorre na região proximal do conhecimento e também de Wellings (2003), que alega ser possível aproximar os conceitos da academia em relação aos absorvidos pelos discentes que vêm do cotidiano. A aproximação desses conceitos permite que ocorra as amarrações de forma ativa pelos discentes entre a teoria e a prática, necessárias para que se torne possível a aprendizagem de modo significativo e ativo.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem por metodologia ativa na prática investigativa de corrosão visou a fomentar no graduando em engenharia de materiais e metalúrgica a busca de explicações dos fenômenos que se sucedem no laboratório prático com os fenômenos esperados, embasados em literatura acadêmica, a fim de que fosse possível trazer esclarecimentos aos resultados obtidos de corrosão. Para isso, o docente foi chamado a instigar os discentes a lançar hipóteses explicativas para as diversas condições corrosivas experimentais, hipóteses estas que puderam esclarecer os fenômenos observados e registrados em resultados no relatório. No presente estudo, os resultados qualitativos da abordagem ativa, construtiva e investigativa na produção de conhecimentos em relação à corrosão pelos discentes, demonstram, que o experimento prático aliado a teoria foi significativo para o desenvolvimento do aprendizado proposto nos discentes.

O relatório completo prático de corrosão foi o instrumento utilizado para a verificação se a aprendizagem que apresentou um êxito de no mínimo 75% dos conhecimentos esperados a ser desenvolvidos na prática. Este registro quantitativo aliado ao qualitativo oriundo dos diagramas Likert respondidos pelos discentes indicam a junção exitosa da teoria, como o discente aprendeu a aprender e construiu de forma significativa os conceitos envolvidos com a prática de corrosão.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia da aprendizagem**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BORGES, M.C.; CHACHÁ, S.G.F., QUINTANA, S.M., FREITAS, L.C.C., RODRIGUES, M.L.V. **Aprendizado baseado em problemas**. Medicina (Ribeirão Preto), v. 47, n.3, p.301307, 2014.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 7. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2011.  
ESTRELA, Carlos. Metodologia científica: ciência, ensino e pesquisa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 33ª ed. São Paulo: Paz e Terra; 2006.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011.

HAYATI, D; KARAMI, E., SLEE, B. **Combining qualitative and quantitative methods in the measurement of rural poverty**. Social Indicators Research, v.75, p.361-394, 2006.

- JAVAHERDASHTI, R.; NWAHOHA, C.; TAN, H. (Ed.). **Corrosion and Materials in the Oil and Gas Industries**. CRC Press, 2013.
- LÔBO, S. F.; MORADILLO, E. F. **Epistemologia e a formação docente em Química**. Química Nova na Escola, v. 17, p.39-41, 2003.
- LUDKE, Menga; ANDRE, Marli, E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ed.S.P.: EPU, 2013.
- MATOS, L. A. C.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. P. **Para a educação nas diretrizes curriculares: a gota salina de Evans: um experimento investigativo, construtivo e interdisciplinar**. Química Nova na Escola, v. 35, 2013.
- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. **Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico**. Química Nova na Escola, n. 19, p. 11-14, maio 2004.
- MIRANDA, S. M. et al. **Construção de uma escala para avaliar atitudes de estudantes de medicina**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 33 n. 1, p. 104-110. 2009.
- MORAIS, R. O. et al. **Reflexão sobre a pesquisa em ensino de química no Brasil através do programa da linha de pesquisa: linguagem e formação de contextos**. Holos, v. 4, p. 473-491, 2014.
- MORI, R. J. C.; SILVA CURVELO, A. A. **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**. Houston: NACE International: Standard Recommended Practice, 2005.
- PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**, Editora Artmed: Porto Alegre, 2000.
- SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. **O trabalho com situação-problema utilizando elementos do ensino superior 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.
- TRESEDER, R. S. **NACE corrosion engineer's reference book**. 1980.
- UHLIG, Herbert H. **Uhlig's Corrosion Handbook**. N.York: John Wiley & Sons, 2011.
- VASCONCELOS, F. C. G. C.; ARROIO, Agnaldo. **Explorando as percepções em serviço sobre as visualizações no ensino de química**. Quim. Nova, v. 36, n. 8, p. 1242-1247, 2013.
- VIEIRA, K. M.; DALMORO, M. **Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?** In: XXII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 06 a 10 de setembro de 2008.
- VIGOTSKI, Liev S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- WALLON, Henri. **Do ato ao pensamento: ensaio de psicologia comparada**. Petrópolis: Vozes, 2008.
- WELLINGS, Paula. 2003. **School learning and life learning: the interaction of spontaneous and scientific concepts in the development of higher mental processes**. Publicado no website da Stanford University, 2003. Disponível em: <[http://ldt.stanford.edu/~paulaw/STANFORD/370x\\_paula\\_wellings\\_final\\_paper.pdf](http://ldt.stanford.edu/~paulaw/STANFORD/370x_paula_wellings_final_paper.pdf)>. Acesso em: 08 abril. 2015.
- YIN, Robert K. **O estudo de caso**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-093-3

