

# Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias

Henrique Ajuz Holzmann  
Micheli Kuckla  
(Organizadores)



Henrique Ajuz Holzmann  
Micheli Kuckla  
(Organizadores)

# Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini 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)

P856 Possibilidades e enfoques para o ensino das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Micheli Kuckla. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias; v. 1)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-272-2  
DOI 10.22533/at.ed.722192204

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Kuckla, Micheli.

CDD 658.5

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

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

As obras Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias Volume 1 e Volume 2 abordam os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino-aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

O Volume 1 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados a relações ensino-aprendizado, envolvendo temas atuais com ampla discussão nas áreas de Ensino de Ciência e Tecnologia, buscando apresentar os assuntos de maneira simples e de fácil compreensão.

Já o Volume 2 apresenta uma vertente mais prática, sendo organizado em 24 capítulos, nos quais são apresentadas propostas, projetos e bancadas, que visam melhorar o aprendizado dos alunos através de métodos práticos e aplicados as áreas de tecnologias e engenharias.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

Micheli Kuchla

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O ENSINO E A APRENDIZAGEM NA ENGENHARIA: REALIDADE E PERSPECTIVAS	
Flávio Kieckow Denizard Batista de Freitas Janaina Liesenfeld	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
APRENDIZAGEM CENTRADA NO ESTUDANTE COMO POSSIBILIDADE PARA O APRIMORAMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA	
Fabio Telles	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
REPRESENTAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE DISCIPLINAS, COMPETÊNCIAS E PERFIL DE FORMAÇÃO POR MEIO DE INFOGRÁFICO	
Paulo Afonso Franzon Manoel Rogério Máximo Rapanello Bethânia Graick Carízio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE DO DESEMPENHO DISCENTE EM RELAÇÃO À SUA ROTINA DE ESTUDO, ÀS SUAS RELAÇÕES SOCIAIS E AO SEU HÁBITO DE LEITURA	
Celso Aparecido de França Edilson Reis Rodrigues Kato Luis Antônio Oliveira Araujo Carlos Alberto De Francisco Osmar Ogashawara Robson Barcellos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
PROGRAMA DE FORMAÇÃO PERMANENTE DE PROFESSORES DE ENGENHARIA: UM OLHAR SOBRE OS RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DOCENTES INSTITUCIONAIS	
Ana Lúcia de Souza Lopes Marili Moreira da Silva Vieira Leila Figueiredo de Miranda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
MAPAS CONCEITUAIS EM DISCIPLINAS TEÓRICO-PRÁTICAS: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO E DE AVALIAÇÃO	
Ângelo Capri Neto Maria da Rosa Capri	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922046</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>65</b>
PRÁTICAS PEDAGÓGICAS HUMANISTAS NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: UMA POSSIBILIDADE	
Mariana Cristina Buratto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>74</b>
ANÁLISE DA RETENÇÃO DE ALUNOS DE CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA E MECÂNICA DA UFSCAR	
Edilson Reis Rodrigues Kato Celso Aparecido de França Luis Antônio Oliveira Araujo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>85</b>
ESTUDO DE CASO: ENSINO-APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA PARA CURSO DE GRADUAÇÃO PRESENCIAL	
Maria do Rosário Fabeni Hurtado Armando de Azevedo Caldeira-Pires	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7221922049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>95</b>
ANÁLISE DO DESEMPENHO ACADÊMICO E DA EVASÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO NA MODALIDADE DE ENSINO À DISTÂNCIA	
Edson Pedro Ferlin Luis Gonzaga de Paulo Frank Coelho de Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>108</b>
ANÁLISE DA FREQUENCIA ACADEMICA EM UM CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM MOBILIDADE POR MEIO DA REGRESSÃO LOGÍSTICA	
Claudio Decker Junior Elisa Henning Andréa Holz Pfitzenreuter Andréia de Fátima Artin Andrea Cristina Konrath	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>119</b>
PRÁTICA DOCENTE NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: USO DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL COM BASE EM METODOLOGIA	
Enrique Sérgio Blanco Claiton Oliveira Costa Fernando Ricardo Gambetta Schirmbeck José Antônio Oliveira dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220412</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>130</b>
MÉTODO INOVADOR DE INTEGRAÇÃO ENTRE OS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA NO ENSINO DE GRADUAÇÃO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	
Luciani Somensi Lorenzi Luciana Miron	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>141</b>
UM NOVO ENFOQUE PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA	
Paulo Afonso Lopes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>152</b>
SALA DE AULA INVERTIDA: O USO DO ENSINO HÍBRIDO EM AULAS DE PRÉ-CÁLCULO DOS CURSOS DE ENGENHARIA	
Ubirajara Carnevale de Moraes Celina A. A. P. Abar Vera Lucia Antonio Azevedo Marili Moreira da Silva Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>161</b>
CIÊNCIA E SENSO COMUM: PESQUISA COM ALUNOS DE METODOLOGIA CIENTÍFICA DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO IMT	
Denise Luciana Rieg Octavio Mattasoglio Neto Fernando C. L. Scramim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>171</b>
O JOGO DIGITAL COMO PROVEDOR DE EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS	
Marcos Baroncini Proença Fernanda Fonseca Dayse Mendes Viviana Raquel Zurro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>178</b>
JOGOS PARA ENSINO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES	
Mônica Nogueira de Moraes Patrícia Alcântara Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>190</b>
ENSINO-APRENDIZAGEM DE MECÂNICA DOS FLUIDOS POR PRÁTICAS ATIVAS	
Diego L. L. Souza João M. Neto Pâmela C. Milak	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220419</b>	

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>200</b>
TÉCNICAS DE VIDEOANÁLISE PARA O ENSINO DE ENGENHARIA E SUAS APLICAÇÕES PARA A BIOMECÂNICA	
Karollyne Marques de Lima	
Ricardo Barbosa Lima do Nascimento	
Welber Leal de Araújo Miranda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>211</b>
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO PARA COMPETIÇÃO ESTUDANTIL	
Filipe Molinar Machado	
Franco da Silveira	
Leonardo Nabaes Romano	
Fernando Gonçalves Amaral	
Paulo Cesar Chagas Rodrigues	
Luis Cláudio Villani Ortiz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>219</b>
SOFTWARES GRATUITOS E DE CÓDIGO ABERTO: ENSINO E APRENDIZAGEM DAS ENGENHARIAS	
Vinícius Marinho Silva	
Waldri dos Santos Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>238</b>
A PRÁTICA DE EXTENSÃO NA DISCIPLINA DE LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	
Davidson Geraldo Ferreira	
Flávio Macedo Cunha	
Viviane Reis de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>249</b>
JOGO DA GOVERNANÇA COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA	
Maria Vitória Duarte Ferrari	
Josiane do Socorro Aguiar de Souza Oliveira Campos	
Fernando Paiva Scardua	
Ugor Marcílio Brandão Costa	
Eduarda Servidio Claudino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>260</b>
FORMAÇÃO HUMANISTA DO ENGENHEIRO CIVIL NA PÓS-MODERNIDADE: O <i>MAGIS</i> INACIANO COMO REFLEXO DA CONSTRUÇÃO IDENTITÁRIA	
Rachel de Castro Almeida	
Maria Aparecida Leite Mendes Cota	
Rafael Furtado Carlos	
Aline Almeida da Silva Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72219220425</b>	



**CAPÍTULO 26 ..... 272**

AS INCONSISTÊNCIAS MAIS COMUNS NA ESTRUTURAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DO CURSO

José Emidio Alexandrino Bezerra  
Tiago Alves Morais  
Mônica Tassigny

**DOI 10.22533/at.ed.72219220426**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 282**

## MAPAS CONCEITUAIS EM DISCIPLINAS TEÓRICO-PRÁTICAS: UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO E DE AVALIAÇÃO

### Ângelo Capri Neto

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia  
de Lorena  
Lorena - SP

### Maria da Rosa Capri

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia  
de Lorena  
Lorena – SP

**RESUMO:** Mapas Conceituais foram utilizados como estratégia de ensino para promover a aprendizagem significativa de conceitos de análise química qualitativa, quantitativa e instrumental na disciplina Técnicas de Análise Química do curso de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). O público-alvo foi formado por 158 alunos de quatro turmas (2013, 2014, 2015 e 2016). Em cada semestre os alunos formaram grupos de seis a sete integrantes, que utilizaram o programa CmapTools® para a elaboração de mapas conceituais cuja questão focal e conceitos foram determinados pelo professor. Um servidor específico (CmapServer®) para elaboração e entrega dos mapas foi disponibilizado para os alunos. A avaliação dos mapas foi feita pelos grupos e pelo professor de forma independente, por meio da Tabela de Clareza Semântica e Relação Conceitual (TCSRC) proposta pelos Docentes para este fim. Os resultados mostram

evolução significativa no índice de aprovação e na média das notas das turmas quando comparadas a turmas anteriores à aplicação da metodologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** mapas conceituais, química analítica, análise instrumental.

**ABSTRACT:** Concept maps were used as a teaching strategy to promote significant learning of concepts of qualitative, quantitative and instrumental chemical analysis in the course Techniques of Chemical Analysis to the Materials Engineering course of the Lorena Engineering School (EEL-USP). The target audience was formed by 158 students of four classes (2013, 2014, 2015 and 2016). The students formed groups of six to seven members, who used the CmapTools® software for the elaboration of concept maps whose focal point and concepts were determined by the teacher. A specific server (CmapServer®) for development and delivery of maps has been made available to students. The evaluation of the maps was made by the groups and the teacher independently, through the table of semantic clarity and conceptual relationship (TCSRC) proposed by the teachers to this purpose. The results show significant evolution in the approval index and the average of grades of classes compared to classes prior to the application of the methodology.

**KEYWORDS:** Concept maps, Analytical

## 1 | INTRODUÇÃO

Disciplinas com conteúdo programático contendo partes teóricas e práticas precisam ter sua carga horária ajustada de modo a acomodar os experimentos de laboratório em blocos de quatro ou mais horas aulas. Este é o caso da disciplina “Técnicas de Análise Química”, oferecida no 6º semestre ideal para o curso de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP), uma unidade da Universidade de São Paulo localizada na cidade de Lorena. O programa da disciplina prevê que cerca de 40% do conteúdo seja ministrada de forma prática, de modo que as 4 horas/aula semanais da disciplina são oferecidas em um único período para que os experimentos de laboratório possam ser executados. Esse arranjo possibilita que os experimentos sejam conduzidos de maneira satisfatória, mas torna a parte teórica do curso cansativa e relativamente pouco produtiva.

Na disciplina em questão, o problema é agravado, pois a ementa contempla uma série de técnicas analíticas que utilizam instrumentos caros, eventualmente não disponíveis nos laboratórios da graduação. Nos anos iniciais do curso as turmas eram pequenas, de modo que as aulas experimentais destas técnicas eram ministradas utilizando os equipamentos e laboratórios de pesquisa da Instituição. Com o aumento do número de alunos nas turmas, o uso destes laboratórios tornou-se inviável, de modo que o conteúdo programático passou a ser ministrado de forma teórica, basicamente descritiva, tornando a compreensão do conteúdo ainda mais difícil para os alunos. Com o objetivo de facilitar o processo ensino-aprendizagem, procurou-se por metodologias ativas de aprendizagem que, se por um lado não podem substituir as aulas experimentais, por outro podem motivar e melhorar o desempenho dos alunos na parte teórica do curso.

Diversas metodologias ativas de aprendizagem têm sido utilizadas como ferramentas para tornar as aulas mais atrativas e motivadoras para os alunos. São exemplos a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) (Bender, 2015), Peer Instruction (SCHELL, 2016) e a utilização de mapas conceituais. Todas se baseiam na alteração do paradigma do aluno passivo, absorvedor do conhecimento ministrado por um docente, para o aprendiz ativo, construtor e responsável pelo próprio conhecimento. Dentre as metodologias mencionadas escolhemos a utilização dos mapas conceituais como alternativa metodológica, em função do conteúdo programático da disciplina e das limitações de tempo e recursos (humanos e materiais) disponíveis.

Os mapas conceituais são ferramentas gráficas utilizadas para representar e organizar o conhecimento. Esta ferramenta foi desenvolvida por Novak nos anos 60 do século passado, baseado fortemente na teoria da aprendizagem significativa

de Ausubel (NOVAK; CANAS, 2010). Fundamentalmente os mapas conceituais são formados por proposições (ou frases de ligação) que estabelecem a relação entre dois ou mais conceitos, representados por palavras ou símbolos. As proposições formam uma unidade semântica com sentido e sua construção desenvolve uma série de habilidades e competências por parte do criador que, dependendo do caso, podem incluir avaliação de situações problema, interpretação de textos técnicos, científicos, gráficos e esquemas, poder de síntese e de expressão de ideias e valores. Os mapas conceituais podem ser utilizados para relacionar desde conceitos simples (como flores, cor e aroma) até os mais complexos, como os envolvidos em mecânica quântica e análise química.

Quando aplicado à área de ensino, o objetivo principal é a obtenção da aprendizagem significativa conceituada por Ausubel. Este tipo de aprendizagem caracteriza-se pela assimilação de novos conceitos por meio de ligações com conhecimentos (conceitos) prévios já incorporados ao cognitivo do indivíduo. De maneira simplista, a aprendizagem significativa caracteriza-se pela assimilação do conhecimento de forma mais efetiva e duradoura quando comparada à aprendizagem mecânica, caracterizada pela memorização imediata de conceitos com esquecimento em curto prazo.

## 2 | METODOLOGIA

A utilização do Mapa Conceitual como ferramenta de ensino e avaliação foi aplicado às turmas da disciplina Técnicas de Análise Química a partir de 2013, inicialmente como ferramenta de apoio às aulas teóricas ministradas pelo docente. Na turma de 2014 os mapas foram utilizados pelos alunos como ferramenta de apoio à aprendizagem de parte do conteúdo programático. Os alunos foram divididos em grupos de trabalho e incentivados a construir os mapas em conjunto, discutindo tanto os aspectos técnicos abordados na disciplina quanto a elaboração do próprio mapa.

O mapa conceitual mostrado na Figura 1 foi apresentado aos alunos no primeiro dia de aula, tanto para a valorização do conteúdo da disciplina em si quanto para a introdução dos conceitos utilizados na elaboração e avaliação do próprio mapa. Este mapa mostra de forma resumida o conteúdo programático da disciplina e como ela se insere no projeto pedagógico do curso de materiais.

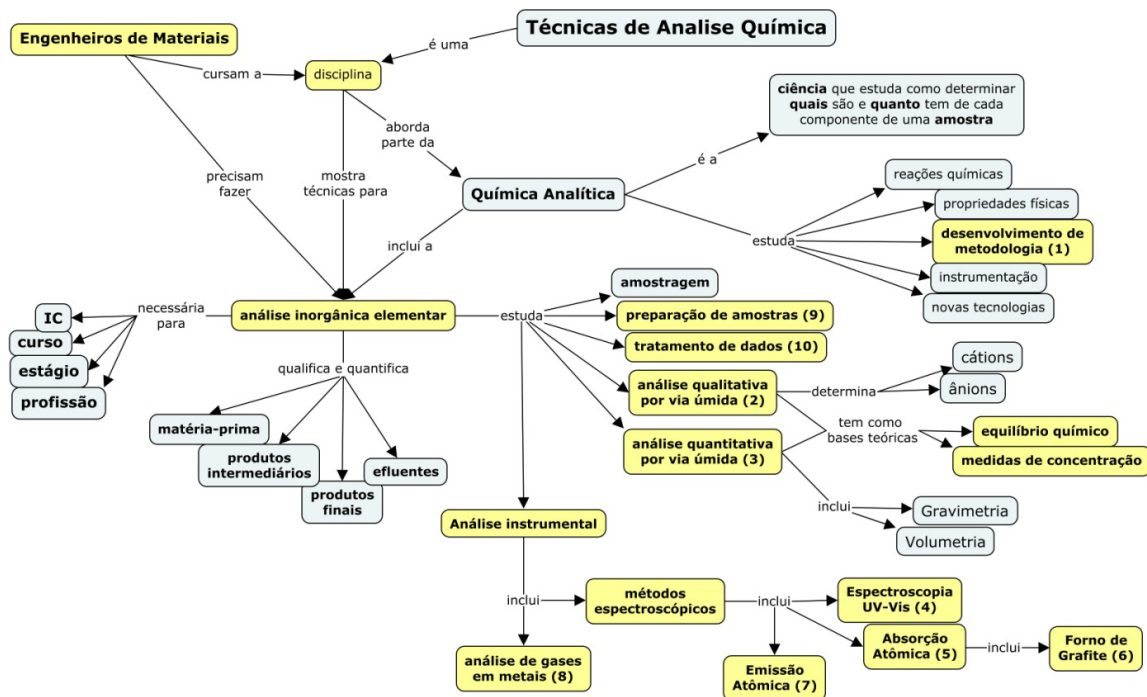


Figura 1: Mapa conceitual sobre a disciplina Técnicas de Análise Química

Autoria própria

Nas turmas de 2015 e 2016 os alunos passaram a utilizar o programa CmapTools® para a elaboração e entrega dos mapas conceituais, que passaram a fazer parte da avaliação formal da disciplina. Para tanto foi proposta a planilha de avaliação mostrada na Tabela 1 e para o seu preenchimento foram estabelecidos os critérios mostrados no Quadro 1. Embora existam diversos métodos e critérios usados nas avaliações dos mapas conceituais, nesta proposta procurou-se uma forma ao mesmo tempo simples e de fácil compreensão para ser utilizada tanto pelo docente quanto pelo monitor da disciplina e pelos alunos, lembrando que estes geralmente não têm experiência com a elaboração e avaliação dos mapas. Essa atividade é considerada essencial no processo de ensino e aprendizagem pois permite aos alunos retomar as ideias discutidas durante a elaboração do próprio mapa, aprofundando a reflexão sobre os conceitos estudados, passos necessários para uma avaliação criteriosa do trabalho do outro grupo. Pelo fato do trabalho ser apresentado como um mapa conceitual, estimula-se o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à síntese e interpretação de linguagem não textual.

TABELA DE CLAREZA SEMÂNTICA E RELAÇÃO CONCEITUAL (TCSRC)				
LOM -3047 TÉCNICAS DE ANÁLISES QUÍMICAS				
GRUPO AVALIADOR:				
ARQUIVO AVALIADO:				
DATA:				
CONCEITO INICIAL	TERMO DE LIGAÇÃO	CONCEITO FINAL	CLAREZA SEMÂNTICA	RELAÇÃO CONCEITUAL


Tabela 1: tabela de clareza semântica e relação conceitual (TCSRC)

Autoria própria

CLAREZA SEMÂNTICA	NOTA	RELAÇÃO CONCEITUAL	NOTA
Fácil de entender	3	Alta	3
Entendimento dúbio	2	Média	2
Difícil de entender	1	Baixa	1
Incompreensível	0	Inexistente	0

Quadro 1: critérios para avaliação dos mapas conceituais

Autoria própria

É importante destacar nesta proposta que a avaliação do mapa é feita pela clareza semântica, mostrando se o mapa pode ser compreendido por um leitor independente que tenha algum conhecimento sobre o assunto abordado. Esta parte da avaliação não leva em conta se a relação entre os conceitos está correta ou não. Esta segunda avaliação é feita na última coluna, onde a relação conceitual mostra se quem elaborou o mapa se apropriou do conteúdo técnico abordado na disciplina.

Os mapas entregues foram avaliados de forma independente pelos grupos de alunos e pelo professor da disciplina, e a média ponderada das avaliações compôs a nota final da disciplina na proporção de 20%. Duas provas teóricas aplicadas no meio e ao final do período letivo compuseram a nota final na proporção de 80%.

Na turma de 2015 os alunos elaboravam os Mapas com o programa CmapTools<sup>®</sup>, exportavam como um arquivo tipo PDF e entregavam na forma de uma atividade programada no Sistema de Apoio às Disciplinas da Universidade (eDisciplinas), um ambiente virtual criado com uma ferramenta de ensino a distância.

Para a turma de 2016 foi instalado um servidor específico para a elaboração e entrega dos mapas (CmapServer<sup>®</sup>), possibilitando que os integrantes dos grupos trabalhassem em períodos extraclasse com as ferramentas de compartilhamento disponíveis no servidor. Com isso os participantes não precisavam mais estar fisicamente juntos para a elaboração dos mapas, podendo se encontrar “virtualmente” a partir da Internet.

De forma geral, a cada semana o docente administrava duas horas-aula teóricas sobre o conteúdo técnico. Em seguida os alunos formavam os grupos e começavam a elaboração do mapa conceitual sugerido pelo professor, que fornecia a pergunta focal e uma lista de conceitos que deveriam fazer parte do mapa. Nesta fase os alunos tiravam dúvidas tanto sobre o mapa quanto sobre o conteúdo técnico, podendo inclusive adicionar outros conceitos além dos listados pelo professor.

Após duas horas o trabalho em sala era encerrado e os grupos tinham seis dias para terminar e entregar o mapa para a avaliação. Na realidade a “entrega” acontecia

simplesmente quando o professor encerrava o acesso dos grupos ao servidor para aquela atividade específica. Além do mapa o grupo era responsável pelo preenchimento das colunas 1 à 3 da respectiva TCSRC. Após a entrega dos mapas, cada grupo tinha três dias para avaliar o mapa de outro grupo, que variava de semana a semana em forma de rodízio, preenchendo as colunas 4 e 5 da respectiva TCSRC.

### 3 | RESULTADOS

A Figura 1 mostra a diversidade de técnicas de análises abordadas na disciplina (em amarelo). Os números de 1 a 10 (entre parênteses) contidos em alguns dos conceitos representam os tópicos que seriam abordados pelos alunos nos respectivos mapas conceituais. Os dois primeiros (desenvolvimento de metodologia e análise qualitativa por via úmida) foram utilizados para o treinamento inicial na técnica de elaboração dos mapas conceituais e as respectivas avaliações não foram utilizadas para a composição da nota final da disciplina. Nesta etapa, os alunos têm que baixar, instalar e aprender a usar o programa CmapTools®, aprender como acessar e trabalhar com os mapas de forma compartilhada na “nuvem” controlada pelo servidor.

O treinamento inicial é importante para que os alunos adquiram competência e agilidade na elaboração dos mapas e compreendam que o mapa em si é uma importante ferramenta para a construção do conhecimento, mas que o objetivo primaz da metodologia é a apropriação do conhecimento teórico e prático das técnicas analíticas estudadas. A avaliação do mapa feito por outro grupo permitiu que o assunto fosse rediscutido sob uma ótica ou abordagem diferente daquela adotada pela sua equipe, mostrando a ele novas perspectivas em relação ao assunto tratado no tópico.

A Figura 2 mostra, como exemplo, o mapa semi-estruturado disponibilizado para os alunos no servidor, relativo ao mapa conceitual marcado com o índice 2 na Figura 1 (análise qualitativa por via úmida). A pergunta focal neste caso é: “*qual a relação entre análise sistemática de cátions e equilíbrio químico?*”. O objetivo do exercício é completar o mapa, integrando os conceitos relacionados à equilíbrio químico “estacionados” no lado direito da Figura 2 (em amarelo) com o mapa relativo à análise sistemática de cátions (lado esquerdo da Figura 2, em azul). Na parte inferior do Mapa foram adicionados duas caixas de texto contendo referências bibliográficas e informações úteis para a elaboração de bons mapas de uma forma geral.

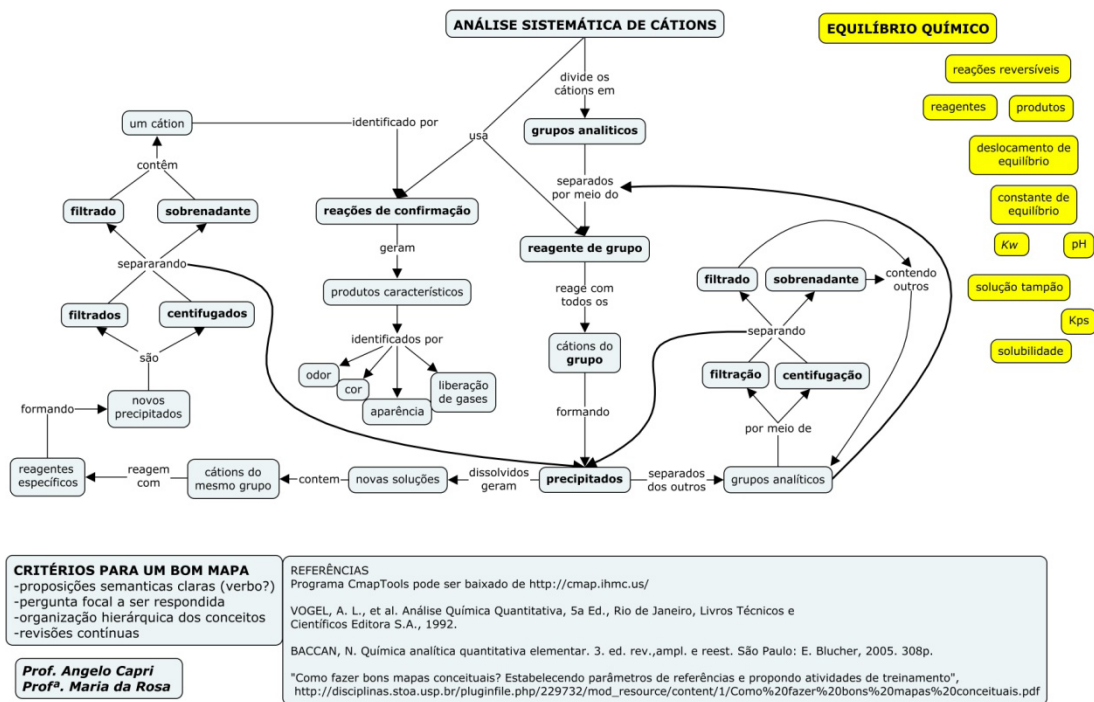


Figura 2: mapa semi-estruturado relativo à análise qualitativa por via úmida.

Autoria própria

Após este treinamento inicial, os demais mapas foram construídos a partir de um conjunto de conceitos fornecidos pelo professor, exceto o último (tratamento de dados (10)), no qual os alunos escolheram os conceitos utilizados na construção dos respectivos mapas.

As turmas foram divididas em grupos de seis alunos, de modo que ao longo do semestre foram elaborados e avaliados cerca de sessenta mapas conceituais. Embora o sistema de avaliação dos mapas por meio das tabelas TCSRC tenha sido suficiente e satisfatório para a atribuição das notas componentes da avaliação formal da disciplina, a efetiva contribuição da metodologia para o processo de ensino aprendizagem requer um processo de avaliação mais apurada dos mapas e ainda está sendo realizada.

A estatística de aproveitamento da disciplina mostrada na Tabela 2, por outro lado, mostra dados quantitativos que apontam para um resultado positivo em termos de índice de aprovação na disciplina, que pode ser atribuído à nova metodologia com relativa segurança. Nota-se que o índice de aprovação aumenta significativamente a partir da adoção sistemática dos mapas conceituais, mesmo sem alterações significativas na forma como os alunos foram avaliados. Se a (geralmente) boa avaliação dos mapas contribuiu com 20% da nota final, nos anos anteriores 20% das notas eram atribuídas à entrega de relatórios, seminários ou outros trabalhos feitos igualmente em grupos e igualmente (geralmente) bem avaliados.

A maior parte da avaliação final é composta por provas teóricas nos dois casos, o que nos leva à diferença mais significativa observada na Tabela 2: a média das notas das turmas. A evolução nas médias após a adoção da metodologia em 2013 (destaque em cinza na Tabela 2) mostra claramente que a compreensão do conteúdo



programático teve um salto quantitativo apreciável, aparentemente atingindo o objetivo primaz da proposta que é a aprendizagem significativa do conteúdo.

ANO	MATRICULADOS	APROVADOS (%)	REPROVADOS POR NOTA (%)	TRANCADOS (%)	MEDIA
2009	24*	50,0	29,2	9	2,95
2010	31*	29,0	51,6	8	2,44
2011	48	41,7	31,2	2	3,36
2012	42	31,0	57,1	2	2,64
2013	42	69,0	26,2	0	4,98
2014	36	44,4	52,8	0	4,31
2015	36	72,2	16,7	0	5,50
2016	44	75,0	15,9	0	5,16

Tabela 2: estatística de aproveitamento da disciplina

\* duas turmas (1º e 2º semestres)

Autoria própria. Fonte dos dados: sistema acadêmico JupiterWeb (USP)

Além dos dados estatísticos, durante o semestre pode ser observado uma clara evolução na dinâmica das aulas, resultado esperado pelo fato dos alunos discutirem o conteúdo ministrado entre os membros do grupo com uma meta a ser cumprida, qual seja a apresentação formal do conteúdo assimilado por meio do mapa conceitual. Contribui para isso a reunião ocorrer imediatamente após a aula teórica, o uso de uma ferramenta (CmapTools®) que torna a elaboração e formatação do mapa ao mesmo tempo fácil e agradável e o ambiente na sala de aula, menos formal e mais descontraído, em função da disposição das carteiras em círculos, facilitando a interação entre os membros do grupo para a realização do trabalho.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Disciplinas de Química Analítica com conteúdo experimental que necessitem de equipamentos sofisticados geralmente têm problemas práticos para o seu desenvolvimento, pois é muito raro encontrar laboratórios de graduação equipados com instrumentos de alto custo. O modo tradicional como esta matéria é apresentada nos livros didáticos segue uma sequência lógica, onde são discutidos os princípios físicos e químicos envolvidos na técnica, discutidos os artefatos tecnológicos que permitem a criação dos instrumentos de análise propriamente ditos e, por fim, exemplos práticos da utilização da técnica. O corolário desta abordagem é a execução da parte experimental e análise dos resultados obtidos, quando toda a parte teórica estudada passa a fazer sentido.

A falta dos instrumentos de análise nos laboratórios didáticos eventualmente é compensada pelo uso de laboratórios de pesquisa, solução que não funciona para

turmas grandes. A criação de várias turmas com número limitado de alunos também enfrenta problemas com a falta de professores e dificuldades para ajustar o horário dos alunos na grade horária semestral.

Diante destas dificuldades, optou-se por utilizar uma metodologia ativa de aprendizagem que, embora não possa substituir as aulas experimentais, pode tornar mais fácil para os alunos assimilar o conteúdo programático. O uso de mapas conceituais mostrou-se um instrumento eficaz para a promoção da aprendizagem significativa por parte dos alunos, evidenciado tanto pelo aumento no índice de aprovação quanto na nota média das turmas.

Alguns aspectos desta proposta de uso de mapas conceituais devem ser destacados. O primeiro é que o foco da metodologia foi fortemente direcionado para o processo de ensino aprendizagem do conteúdo programático da disciplina, ou seja, os mapas conceituais foram tratados como ferramentas e não como produtos. Embora isso pareça algo óbvio, é relativamente comum encontrar-se trabalhos onde acontece justamente o contrário, com a elaboração e avaliação dos mapas se tornando mais importantes do que o conteúdo que se deseja ensinar. Nestes casos, ao final do semestre os alunos aprendem mais sobre elaboração e apresentação dos mapas do que sobre os métodos de análise química.

Essa abordagem permitiu a adoção do sistema simplificado de avaliação dos mapas por meio das tabelas TCSRC, que por sua vez permitiu uma participação efetiva dos alunos na avaliação da disciplina. Essa participação foi considerada pelos autores um fator essencial para a eficácia da metodologia, pois ao avaliar o trabalho dos colegas o aluno assume uma postura crítica e responsável, bastante adequada ao profissional que se deseja formar. Foi notável o fato que na maioria dos casos a avaliação dos alunos foi semelhante ou mais rigorosa do que a feita pelos professores.

Um aspecto que pode ser melhorado nesta proposta é a forma como os grupos são divididos e avaliados. Em função do número de alunos nas turmas, os grupos formados ficaram muito grandes (seis a sete alunos) e sem nenhum critério objetivo para a escolha dos seus componentes, ou seja, os próprios alunos se agruparam por afinidade, sem a interferência dos docentes. Existem estudos que mostram que grupos menores formados a partir de critérios objetivos de desempenho dos alunos apresentam maior eficiência no processo de ensino aprendizagem.

A atribuição de notas iguais a todos os membros dos grupos também pode ser revista, pois não estimula nem valoriza a participação individual efetiva no trabalho. Uma maneira prática de corrigir isso seria a atribuição de uma pontuação total para o trabalho do grupo, deixando a cargo dos seus membros a distribuição individual destes pontos. Esse modelo de autoavaliação proporciona um incentivo aos alunos para a participação no trabalho, pois impacta diretamente no seu relacionamento com os companheiros, além de estimular o desenvolvimento de outras competências importantes para a sua formação profissional, tais como relacionamento pessoal, comportamento profissional, capacidade de negociação, tomada de decisões,

autoavaliação e avaliação dos pares. Estes aspectos estão sendo revistos e deverão ser aperfeiçoados nas próximas turmas.

Do ponto de vista do professor, as facilidades proporcionadas pelo uso da informática e da internet torna viável a aplicação da metodologia, sem o aumento excessivo na carga de trabalho que seria exigida com a adoção de outras metodologias ativas, tais como ABP ou ABPj.

## REFERENCIAS

BENDER, W.N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: a educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

NOVAK, J. D. , CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**, disponível em <http://cmap.ihmc.us/docs/pdf/TeoriaSubjacenteAosMapasConceituais.pdf>, acessado em 12 mai 2017.

SHELL, J. **Instrução pelos Colegas para iniciantes: o que é Instrução pelos Colegas (Peer Instruction)?** (IF-RGS/BRASIL), Disponível em: <<https://blog.peerinstruction.net/instrucao-pelos-colegas-para-iniciantes-o-que-e-instrucao-pelos-colegas-peer-instruction/>>. Acesso em: 12 mai 2017.

## SOBE OS ORGANIZADORES

**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**MICHELI KUCKLA** Professora de Química na Rede Estadual do Paraná - Secretaria de Estado de Segurança do Paraná. Graduada em Licenciatura Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Especialista em Educação do Campo pela Faculdades Integradas do Vale do Ivaí. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Trabalha com os temas relacionados ao Ensino de Ciência e Tecnologia e Sociedade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-272-2

