

Mapas conceituais no ensino da Engenharia: aplicação na Ciência e Engenharia de Materiais

Conceptual Maps in the Teaching of Engineering: Application in material science and engineering

Helcio de Oliveira Rocha¹
Márcia Rita Maia Rocha²

Resumo:

A qualidade do processo de ensino e aprendizagem depende da combinação de diversos fatores. Dentre esses fatores, destaca-se a aplicação de ferramentas que auxiliem o professor no planejamento da aula e de técnicas que estimulem o aluno a construir seu conhecimento acerca de determinada área de estudo. O presente artigo tem como objetivo discutir os benefícios que podem ser proporcionados tanto aos professores quanto aos alunos pelo emprego de mapas conceituais no ensino das Engenharias. A título de ilustração, são construídos mapas conceituais voltados para o estudo das diferentes categorias de aços na Ciência e Engenharia de Materiais.

Palavras-chave: Mapa conceitual; Aço ferramenta; Aço inoxidável.

Abstract

The quality of the teaching and learning process depends on the combination of several factors. Among them, there is the application of tools to assist teachers in planning lessons and techniques that encourage students to build their knowledge of a particular area of study. This article aims to discuss the benefits that can be provided to both teachers and students by the use of conceptual maps in the teaching of Engineering. By way of illustration, constructed conceptual maps are constructed focusing the study of different types of steel in Materials Science and Engineering.

Keywords: Conceptual map, tool steel, Stainless steel.

¹Mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela UFRJ. Professor assistente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
e-mail: helcio_oliveira_rocha@yahoo.com.br

²Mestre em Química pelo IME. Professora adjunta da Universidade Veiga de Almeida.

e-mail: marcia.rocha@uva.br

Por sua vez, as crescentes facilidades de acesso às informações proporcionadas pela internet têm exigido cada vez mais dos pesquisadores, dos professores e dos estudantes a capacidade de filtrar informações e de criar conexões entre os conceitos associados à busca de soluções para determinado problema.

Nesse contexto, torna-se urgente a reavaliação dos métodos empregados nas atividades de ensino e suas implicações na formação do cidadão e do futuro profissional. Para que o processo de ensino-aprendizagem seja exitoso, é fundamental a participação do estudante como protagonista. O objetivo principal do presente trabalho é, portanto, discutir os benefícios do emprego do mapa conceitual como uma importante ferramenta voltada para facilitar a consolidação do conhecimento do aluno em sua atividade de

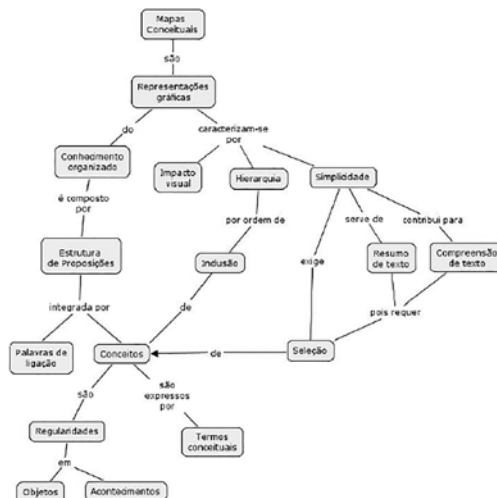
estudo. Conforme esse objetivo, será ilustrada a aplicação de mapas conceituais na área de Ciência e Engenharia de Materiais.

Mapa conceitual

De acordo com Novak e Cañas (2008), mapas conceituais são ferramentas gráficas para organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos e relações entre conceitos. Tais relações são indicadas nos mapas conceituais por uma linha e por uma palavra ou frase de conexão entre dois conceitos.

A Figura 1 apresenta um mapa conceitual que contém aspectos-chave dos mapas conceituais. De acordo com Novak e Cañas (2008), o conhecimento organizado é composto por proposições ou unidades semânticas. As proposições são, por sua vez, declarações significativas formadas por dois ou mais conceitos e por palavras de ligação.

Figura 1
Aspectos básicos dos mapas conceituais.
Fonte: Azevedo Jr. (2015).



Em um mapa conceitual, os conceitos são representados em uma forma hierárquica. Os mais abrangentes são apresentados no topo do mapa e os mais específicos são expostos na parte de baixo do mesmo. A estrutura hierárquica para um particular domínio do conhecimento também depende do contexto no qual o conhecimento é aplicado ou considerado. Desse modo, de acordo com Novak e Cañas (2008), é melhor construirmos um mapa conceitual com referência a alguma pergunta particular que desejamos responder.

Novak e Gowin (1999, *apud* Tavares, 2007) propõem para os mapas conceituais uma estruturação hierárquica dos conceitos a serem apresentados tanto através de uma diferenciação progressiva quanto de uma reconciliação integrativa. Na diferenciação progressiva, um determinado conceito é desdobrado em outros conceitos que estão em parte ou integralmente contidos em si. Na reconciliação integrativa, um conceito de uma ramificação do mapa é relacionado a outro conceito de outra ramificação, propiciando uma conexão – ligação cruzada – entre conceitos aparentemente díspares.

De acordo com Tavares (2007), “o mapa conceitual hierárquico se coloca como um instrumento adequado para estruturar o conhecimento que está sendo construído pelo aprendiz, assim como uma forma

de explicitar o conhecimento de um especialista”.

De acordo com Moreira (1997), mapas conceituais não devem ser confundidos com organogramas ou com diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Também não devem ser confundidos com mapas mentais, que “não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente”. Mapas conceituais “não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinóticos, que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los”.

Mapas conceituais e a aprendizagem significativa

O desenvolvimento do conceito de mapa conceitual deu-se em 1972, ao longo do programa de pesquisa de Novak voltado para o estudo de mudanças no conhecimento das crianças em Ciências. Esse programa baseou-se na psicologia do aprendizado, de David Ausubel. A ideia fundamental da psicologia cognitiva de Ausubel é que o aprendizado ocorre pela assimilação de novos conceitos e proposições por parte dos conceitos e proposições já pertencentes à estrutura cognitiva do estudante (Novak e Cañas, 2008).

De acordo com Moreira (1997), o conceito básico da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa. “A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. Esses aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação são chamados subsunçores”. Também de acordo com Moreira (1997), “à medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si”.

De acordo com Ausubel (*apud* Tavares, 2007), “o ser humano constrói significados de maneira mais eficiente quando considera inicialmente a aprendizagem das questões mais gerais e inclusivas de um tema, ao invés de trabalhar inicialmente com as questões mais específicas desse assunto”.

Em sua psicologia do

aprendizado, Ausubel (*apud* Tavares, 2007) elaborou dois pressupostos:

(1) é menos difícil para os seres humanos apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas;

(2) a organização que o indivíduo faz do conteúdo de uma determinada disciplina no próprio intelecto consiste numa estrutura hierárquica, em que as ideias mais inclusivas ocupam uma posição no vértice da estrutura e subsumem, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados.

A Figura 2 apresenta um mapa conceitual para a aprendizagem significativa de Ausubel (Moreira, 2013). De acordo com a figura, são três as condições para a aprendizagem significativa: (1) a predisposição para aprender; (2) a existência de conhecimentos prévios adequados, ou subsunçores, e (3) materiais potencialmente significativos. De acordo com Moreira, “na verdade, seriam duas condições, a predisposição para aprender e os materiais potencialmente significativos, pois estes implicam significado lógico e conhecimentos prévios adequados”. O mapa destaca também os tipos (representacional, conceitual e proposicional) e as formas (subordinada, superordenada e combinatória) de aprendizagem significativa.

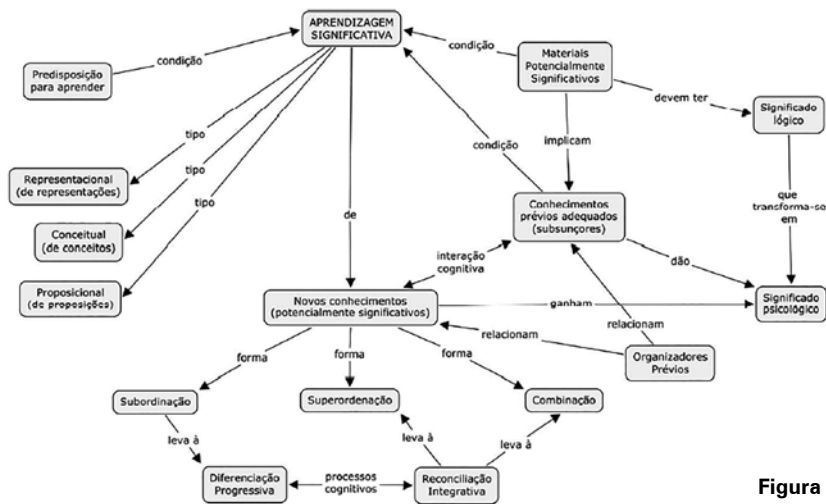


Figura 2
Mapa conceitual para a aprendizagem significativa de Ausubel. **Fonte:** Moreira (2013).

O mapa apresentado por Moreira (2013) “destaca o conhecimento prévio como condição porque, para Ausubel, “se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia a aprendizagem, esta seria o conhecimento prévio do aprendiz”. Em outras palavras, aprendemos a partir do que já sabemos. Os conceitos que já adquirimos, os esquemas de assimilação que já construímos, nossos construtos pessoais, em suma, nossa estrutura cognitiva prévia é o fator isolado que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos”.

Exemplos do emprego de mapas conceituais no ensino da Engenharia

O mapa conceitual é uma valiosa ferramenta tanto para o

professor quanto para o aluno. O professor pode utilizá-lo no desenvolvimento de um tema de estudo, no resumo de um assunto, na preparação de uma aula. O aluno tem no mapa conceitual uma poderosa ferramenta de estudo, pois o estimula a organizar seu conhecimento sobre determinado tema. A importância do emprego dos mapas conceituais no ensino da Engenharia pode ser atestado pelo razoável número de artigos publicados sobre o assunto em periódicos nacionais.

Carvalho *et al* (2001) expõem o uso da aprendizagem significativa no ensino da Engenharia. Os autores comentam a importância da hierarquia de conceitos para que o indivíduo entenda melhor a sequência lógica de um determinado assunto.

Também comentam que o professor precisa fazer um planejamento adequado para que possa conhecer a hierarquia de conceitos a ser compartilhada com os alunos. Apresentam o mapa conceitual como ferramenta utilizada na teoria da aprendizagem significativa.

Segundo Carvalho *et al* (2001), o professor pode utilizar o mapa conceitual montado no planejamento das aulas para ser executado em sala de aula com o aluno. Deste modo, os conceitos vão surgindo e sendo associados com outros conhecimentos já adquiridos pelo aluno.

Filho *et al* (2013) discutem aspectos da importância da multidisciplinaridade, da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade na formação de engenheiros e enfatizam a aplicabilidade da aprendizagem significativa e dos mapas conceituais como ferramentas de apoio ao desenvolvimento das habilidades cognitivas do aluno. Os autores ilustram a aplicação do mapa conceitual no ensino do conceito da turbulência e a sua correlação com diversas disciplinas da Engenharia.

Macedo, Leite e Silva (2014) descrevem um experimento realizado em sala de aula com duração de duas horas-aula. Nele, os alunos de uma pequena turma de sete matriculados na disciplina de Redes de Computadores foram convidados a elaborar ao final da aula, sozinhos ou em conjunto, um mapa conceitual sobre

Topologia de Redes. Ao final da realização do mapa, foi pedido a cada aluno que explicasse o mesmo para todos os colegas. De acordo com Moreira (2010), citado pelos autores, “mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-lo, a pessoa externaliza (sic) os significados”. Também segundo os mesmos, “os alunos puderam apresentar todo conteúdo aprendido demonstrando que a confecção do mapa facilitou a aprendizagem”.

Silva *et al* (2014) relatam a aplicação de mapas conceituais na disciplina de Tecnologia dos Materiais. Segundo os autores, os alunos foram conduzidos a preparar apresentações referentes a um determinado tema da matéria. Em seguida, o professor transmitiu aos alunos a forma de elaboração do mapa conceitual. Posteriormente, os alunos foram convidados a construir mapas conceituais a partir de suas apresentações preliminares sobre o tema da matéria. Observou-se que a aplicação de mapas conceituais foi benéfica ao processo de aprendizagem, mostrando ser uma ferramenta motivadora à reflexão do aluno.

Fendrich (2006) discute uma “mudança de paradigma pedagógico, segundo a qual o professor deixa de fazer somente a transmissão do conhecimento, dado como pronto e acabado, sendo o aluno seu receptor passivo”; mas assume o papel de “problematizador

da práxis pedagógica, considerando o aluno como arquiteto de reflexões, construtor de conceitos, que encaminhem para a autonomia”. O autor comenta a necessidade de “novas competências e habilidades do educador para o estabelecimento de uma interseção dos saberes, dos conhecimentos das diferentes áreas que compõem a matriz curricular dos cursos”.

Na busca desse novo modo de atuar do docente, de acordo com o autor, os docentes do curso de graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Universidade da Região de Joinville foram convidados a construir um mapa conceitual da matriz curricular do referido curso. Na sala reservada para a coordenação e para os professores do curso, foi afixado na parede um papel *craft* “para que os próprios professores pudessem nele situar suas disciplinas e estabelecessem os nexos e as relações entre as diferentes áreas”. De acordo com Frenndrich (2006), as próprias reuniões do colegiado têm sido utilizadas para a retroalimentação do processo, mediante a exposição das experiências vivenciadas entre as disciplinas, as quais assumiram uma perspectiva interdisciplinar.

Aplicação de mapas conceituais na Ciência e Engenharia de Materiais

Dentre as diversas áreas de estudo das Engenharias, a

área da Ciência e Engenharia de Materiais é aquela que se relaciona diretamente com a Física e com a Química, com o Projeto do Produto, com as áreas da Qualidade e da Viabilidade de Projetos, dentre outras. Desdobra-se em conceitos e aplicações voltadas para a Engenharia Civil, a Engenharia Química, a Engenharia Mecânica e a Engenharia Elétrica. Seu estudo também se mostra bastante relevante para a Engenharia Ambiental, assim como para a Engenharia de Produção. Pode-se considerar que a Ciência e Engenharia de Materiais tem papel preponderante na ligação entre o ciclo básico e o ciclo profissional nos diversos cursos de Engenharia.

O emprego de mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem da Ciência e Engenharia de Materiais pode se mostrar bastante valioso ao facilitar a criação de elos entre os conceitos básicos da Química e da Física e os conceitos associados à Tecnologia de Materiais. Neste campo do conhecimento, a ligação entre os conhecimentos da estrutura da matéria e de suas propriedades com as inúmeras oportunidades de aplicação tecnológica dos materiais pode ser considerada por si só como um grande benefício do uso de mapas conceituais.

É reconhecido que o Engenheiro deve adquirir ao longo de sua formação inúmeras

aptidões. Pode-se dizer que diversas delas estão associadas direta ou indiretamente à área de Ciência e Engenharia de Materiais. Espera-se, por exemplo, que o Engenheiro seja capaz de discutir sobre as propriedades gerais dos chamados materiais estruturais, como os metais, as cerâmicas e os plásticos.

Em virtude de sua importância para as diversas Engenharias, pretende-se ilustrar no presente tópico o emprego de mapas conceituais no estudo do aço, suas classificações, propriedades e principais aplicações.

De acordo com Askeland e Phulé (2008), os diferentes

tipos de aço podem ser classificados com base em seu processamento. Tem-se os aços galvanizados, os aços revestidos com estanho, os aços produzidos por lingotamento contínuo, etc. Os aços também podem ser classificados com base em suas composições químicas ou pela forma como são fabricados.

Pode-se considerar que cada forma de classificação do aço permite sua exploração mediante a construção de mapa conceitual. A Figura 3 apresenta um mapa conceitual bastante simples acerca da subdivisão do aço em categorias dependentes da composição química.

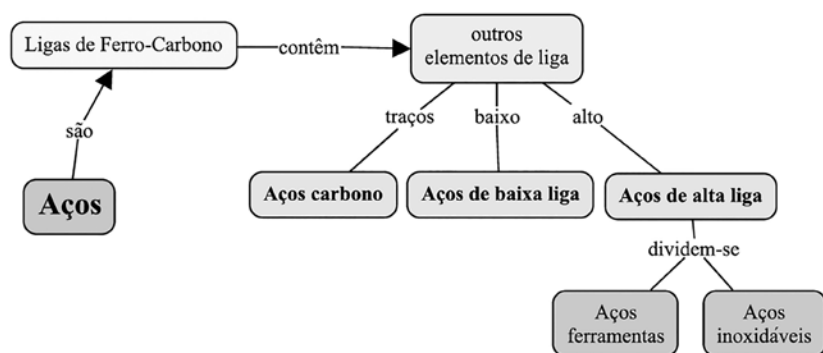


Figura 3

Mapa conceitual para as classes de aço
Fonte: os autores.

O mapa apresentado na Figura 3 poderia subdividir-se em outros mapas, cujos conceitos envolvidos seriam mais específicos, mais seletivos. Assim, teríamos um mapa para o aço carbono, um para aços de baixa liga e outro para aços de alta liga.

Segundo Callister (2008), os aços-carbono contêm apenas concentrações residuais de impurezas além do carbono e de um pouco de manganês. De acordo com Newell (2009), outros elementos de liga – além do ferro e do carbono – são adicionados para aumentar a resistência ou melhorar a temperabilidade do metal. Surgem, assim, os aços-liga.

A título de ilustração, os autores do presente trabalho elaboraram um mapa conceitual para os aços-ferramenta, apresentado na Figura 4, e outro para os aços inoxidáveis, apresentado na Figura 5.

Pode-se avaliar que o mapa da Figura 3, por considerar apenas conceitos mais abrangentes acerca das classificações dos aços, estaria ao alcance de qualquer aluno de Engenharia. Os mapas das Figuras 4 e 5 envolvem, contudo, diversos conceitos mais específicos acerca das estruturas, propriedades e aplicações dos aços ferramenta e dos aços inoxidáveis. Esses dois mapas foram resultantes da compilação realizada pelos autores do presente trabalho sobre os capítulos voltados para o aço nos livros do Askeland e Phulé (2008), Callister Jr. (2008) e Newell (2010). Observou-se, ao longo da

construção dos mapas das Figuras 3 e 4, que cada um dos livros acima, por mais conceituados que sejam, não esclarecem completamente as correlações entre estruturas, propriedades e aplicações do aço, exceto em um nível mais abrangente. Assim sendo, a aplicação do mapa conceitual mostrou-se uma valiosa ferramenta na condensação dos conceitos associados aos diferentes tipos de aço e apresentados de diferentes formas nos livros da área de Materiais.

Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo principal discutir a aplicabilidade dos mapas conceituais no ensino das Engenharias. De forma mais específica, destinou-se a demonstrar os benefícios de seu emprego nos estudos da área de Ciência e Engenharia dos Materiais, mediante exemplo voltado para os aços em suas diversas estruturas, classificações, propriedades e aplicações.

Também foi enfatizada a importância da aprendizagem significativa, presente na psicologia do aprendizado, de Ausubel, e essencial no desenvolvimento da técnica dos mapas conceituais, por parte de Novak. Segundo a aprendizagem significativa, os conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aluno tornam-se bastante relevantes no processo de ancoragem dos novos conceitos, que lhe devem ser apresentados com clareza.

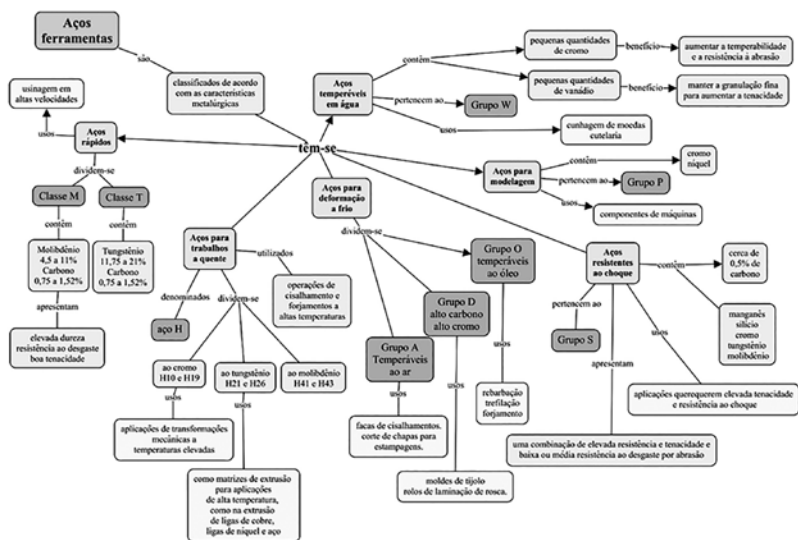


Figura 4
Mapa conceitual para aços ferramentais.
Fonte: os autores.

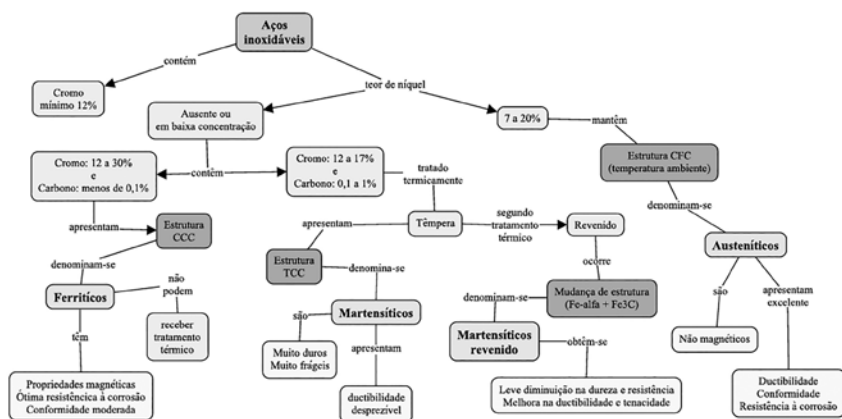


Figura 5
Mapa conceitual para aços inoxidáveis
Fonte: os autores.

A elaboração do presente trabalho permitiu a seus autores observar que a aplicação dos mapas conceituais torna-se uma valiosa ferramenta para a condensação das informações e conceitos coletados a partir de diferentes fontes bibliográficas visando à preparação das aulas ou de resumos.

Vislumbra-se que os alunos poderão alcançar um desempenho superior em suas

atividades discentes se forem conduzidos pelos docentes a correlacionar os conceitos já dominados com novos conceitos apresentados de forma clara durante as aulas e durante as atividades extraclasse.

Recebido em 21/09/2016
Aprovado em 23/10/2016

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASKELAND, D. R., PHULÉ, P. P., **Ciência e Engenharia dos Materiais**, São Paulo: CENGAGE Learning, 2008.
- AZEVEDO Jr., W. (2015) Mapas conceituais: instrumentos para a compreensão de textos. Disponível em: http://www.cead.ufjf.br/wp-content/uploads/2015/05/media_biblioteca_mapas_conceituais.pdf. Acesso em 18 set. 2016.
- CALLISTER Jr., W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais** – Uma Introdução. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 2008.
- CARVALHO, A. C. B. D., PORTO, A. J. V., BELHOT, R. V. (2001), Aprendizagem Significativa no Ensino de Engenharia, **Revista Produção**, v. 11, n. 1.
- FENDRICH, L. J. (2006) Ensinar e aprender no ensino superior através de mapas conceituais, **Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP**.
- FILHO, C. A. D. F., LOVATTE, E. R., NASCIMENTO, E. L., SANTO, J. M., REIS Jr., N. C. (2013) O uso de mapa conceitual como ferramenta pedagógica para o ensino da turbulência no curso de Engenharia Ambiental, **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**.
- MACEDO S. H., LEITE E. S. e SILVA M. A. G. T. (2014) Aprendizagem-significativa aplicada a topologia de redes de computadores com mapas conceituais, **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**.
- MOREIRA, M. A. (1997) Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>. Acesso em 18 set. 2016.
- MOREIRA, M. A. (2013) Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Textos de Apoio ao Professor de Física. v. 24, n. 6, Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre.
- NEWELL, J., **Fundamentos da Moderna Engenharia e Ciência dos Materiais**. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 2010.
- NOVAK, J. D. & CANÁS, A. J. (2008) The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>. Acesso em 18 set. 2016.
- SILVA, M. S., GENEROSO, D. J., GARCIA, C. S., NETO, J. C. S., PASCOALI, S. (2014), Mapas conceituais como técnica de aprendizagem em tecnologia dos materiais, **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**.
- TAVARES, R. (2007) Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**. v. 12, págs. 72-85. Publicado on-line em 03 dez. 2007.