



INTEGRAÇÃO DE CONTEÚDOS: PROCESSO DE FABRICAÇÃO, PROPRIEDADES MECÂNICAS E METALÚRGICAS, TRATAMENTOS TÉRMICOS E ENSAIOS DE MATERIAIS

Joel Lima - joellima@globbo.com

Gisele M. Silva - g.mols@hotmail.com

Gilberto C. Faria - gilberto.ca@hotmail.com

João Bosco dos Santos - joaobosco.santos@hotmail.com

CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – DEMAT - Av. Amazonas, 5253 - Nova Suíça 30421-169 - Belo Horizonte - MG.

Dalva A. M. Coutinho - dalvamorouco@yahoo.com.br

Institute of Technology Education and Health - Av. Francisco Generoso da Fonseca, 890, sala 304 - Jardim da Penha - 29060-140 - Vitória – ES.

Secretaria de Educação de Minas Gerais – SEE –MG - Rodovia Papa João Paulo II, 4143 - 10º e 11º andar - Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves Bairro Serra Verde - CEP: 31630-900 - Belo Horizonte - MG.

Rogério M. Coutinho - rogeriomorouco@yahoo.com.br

Institute of Technology Education and Health - Av. Francisco Generoso da Fonseca, 890, sala 304 - Jardim da Penha - 29060-140 - Vitória – ES.

CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – DEMAT - Av. Amazonas, 5253 - Nova Suíça 30421-169 - Belo Horizonte - MG.

Resumo: *O ensino de engenharia, independentemente da área em estudo, é algo complexo. Apresenta características como a multidisciplinaridade, diversos campos de atuação e especificidades, o que torna mais difícil aproximar os alunos, principalmente aqueles dos primeiros períodos, do conteúdo técnico a ser estudado. Simultaneamente, a deficiência em abordar a relação direta entre o conteúdo das diversas disciplinas de um mesmo curso e o peso da matemática sem relação direta com a aplicação, têm tornado a evasão algo comum nos cursos de engenharia. Não obstante, fatores externos aos cursos, como o cenário econômico nacional, inevitavelmente promovem a desindustrialização e consequentemente frustram as expectativas de futuro do engenheiro em formação contribuindo, ainda mais, para a descontinuidade do curso. Neste trabalho, a integração de conteúdos é explorada por meio de caso prático e utilizada como estratégia pedagógica. A fabricação de peça pelo processo de fundição, a adequação de propriedades da mesma através de tratamento térmico e a avaliação da qualidade do produto pela realização de ensaios destrutivos e ensaios não destrutivos permitem demonstrar aos alunos dos cursos de engenharia de materiais, engenharia mecânica e engenharia metalúrgica, dentre outros, a proximidade e íntima relação entre processos, propriedades, testes e aplicações, assuntos que normalmente são ensinados separadamente ao longo do curso. A ideia é que estas situações sejam apresentadas como exemplos nas disciplinas iniciais dos cursos, como é o caso da introdução a engenharia, e estimulem os alunos a identificarem situações semelhantes em todas as etapas de sua formação.*

Palavras-chave: *Integração de conteúdos, Estratégia pedagógica, Processos e propriedades.*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





1. INTRODUÇÃO

A educação é uma das poucas portas que se abre para uma superfície sólida e oferece base para que o indivíduo se desenvolva e adquira habilidades e competências produtivas que o torne capaz de agir e influenciar na sociedade, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos. Os cursos de engenharia, em particular, são os mais promissores.

Nos últimos anos, muito se investiu no sentido de socializar e proporcionar o acesso dos jovens a cursos superiores, porém tem-se deparado com um número significativo de alunos que alcançam a inserção nos cursos de engenharia mas não conseguem permanecer até a conclusão.

No Brasil, no período de 2001 a 2011, apenas 44,41% dos alunos de engenharia ingressos concluíram o curso (CNI, 2013). Muito se faz para conquistar novos alunos, mas pouco esforço é despendido no sentido de reter ou aumentar o nível de satisfação dos alunos regulares (LOPES, 2006). Não existe causa única, sendo inúmeros os fatores que levam o discente a interromper a graduação. Quando a evasão acontece no início do curso, evidencia o impacto que os alunos sentem na discrepância entre a metodologia de ensino da Educação Básica e a utilizada pelas Instituições de Ensino Superior. Reis e outros (2012) apontam a dificuldade de adaptação à filosofia do ensino superior pelo costume com o ensino médio como uma das principais causas da evasão no ensino superior de engenharia no Brasil. Isso porque a interdisciplinaridade desenvolvida na escolarização básica se constitui em um aprendizado conexo e ilimitado, onde os conteúdos têm um redirecionamento entre si, mantendo um cerceamento que envolve o aluno como parte do todo. Já os aspectos metodológicos dos cursos de engenharia remetem a uma forma mais isolada, onde os conteúdos não se correspondem entre si, o que proporciona ao estudante definir quantas e quais disciplinas cursar em cada período. Com isso, os alunos absorvem conceitos necessários e importantes, mas de maneira avulsa, acumulando conhecimentos desconectados ao longo dos anos de estudo.

O fato dos cursos de engenharia terem como base inicial uma matemática pesada, desenvolvida nas disciplinas de cálculo I, II e III, além de outras dificuldades mais densas dos conteúdos existentes na grade curricular nunca estudadas com profundidade até então, intimida, assusta e quebra o encanto do aluno em relação ao sonho de ser engenheiro, o que muitas vezes culmina na evasão e descontinuidade do curso, ainda bem no início. Segundo Sganzerla (2001), a capacidade de aprendizagem e os hábitos de estudo são fatores determinantes para o bom desempenho universitário, da mesma forma que o desenvolvimento intelectual dos estudantes na instituição afeta positivamente a integração acadêmica.

Deste modo, há de se pensar em formas mais estimulantes e que permitam alinhar os conteúdos desenvolvidos a cada semestre, possibilitando correlacionar o que se estuda e o que se aplica, com vistas a manter o interesse e a permanência do aluno até a conclusão do estudo, bem como buscar um melhor nível de capacitação e desenvolvimento intelectual do aluno.

Várias são as experiências bem-sucedidas quando a estratégia utilizada é a integração de conteúdos, seja apresentada nas disciplinas iniciais dos cursos como Introdução a Engenharia, Ciência dos Materiais ou por meio da participação em eventos e congressos. Estas ações têm se mostrado efetivas, estimuladoras e muito abrangentes e, quando difundidas em instituições que ministram cursos técnicos, instigam também os alunos do ensino médio para a conclusão do curso técnico e continuidade de seus estudos em engenharia, com desempenho destacado e influência direta na qualidade dos cursos em que estudam.

Os autores envolvidos neste trabalho têm experimentado diferentes formas de aproximar os alunos de engenharia, da engenharia, seja incentivando a participação destes em feiras setoriais e congressos, a realização de visitas técnicas a empresas em paralelo ao



desenvolvimento de conteúdos teóricos e práticos, ao envolvimento com projetos de iniciação científica e a construção de protótipos com alternativas de solução de problemas da sociedade.

Uma outra ação poderia ser aproximar o curso básico do prático, mas percebe-se que nem todos professores se preocupam em mostrar a aplicação prática das disciplinas (GONTIJO et al., 2012). Entretanto, estas fórmulas são perfeitamente adequadas aos alunos que estão encaixados na grade de conteúdos técnicos ou específicos, o que normalmente acontece, na maioria dos cursos, a partir do 4º ou 5º períodos. Já os alunos dos períodos iniciais não dispõem de tempo devido ao envolvimento com a carga das disciplinas básicas, principalmente os conteúdos de matemática e física, que lhes exigem empenho e dedicação ou superação em razão das limitações advindas dos seus estudos anteriores.

Este estudo demonstra ter elevado potencial em estimular os alunos em áreas com carências emergentes como a formação em Engenharia Metalúrgica, curso dos mais tradicionais, mas fortemente afetado pelas questões da economia e pelos demais fatores negativos que são percebidos, de forma geral, na atual formação em engenharia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo, o produto escolhido foi uma peça cilíndrica em liga de alumínio com as dimensões de 80 mm de diâmetro e altura de 100 mm. O produto foi fabricado pelo processo de fundição e, posteriormente, foi pré-usinado por torneamento para inspeção por ultrassom. Esta técnica que geralmente é utilizada para avaliar a qualidade da peça - característica de sanidade interna - foi, neste caso, também utilizada para demonstrar aos alunos que a mesma pode ser eficiente na avaliação das características metalúrgicas do material.

Após a inspeção por ultrassom, a peça foi submetida a uma operação de tratamento térmico com o objetivo de homogeneizar a estrutura do material e adequá-la ao uso; pois este procedimento proporciona ao material melhores propriedades metalúrgicas e mecânicas. Para se avaliar o resultado do tratamento térmico é usual que sejam realizados ensaios mecânicos ou análises metalográficas, que exigem, para tal, amostras ou corpos de provas retirados das peças, representando mais tempo e material. Neste caso, para reduzir o tempo e evitar a perda desnecessária de material, a avaliação da adequação das propriedades metalúrgicas e mecânicas do produto foi realizada com o próprio ultrassom, um método não destrutivo cuja versatilidade é pouco trabalhada no ensino de engenharia mas muito explorada no meio industrial, particularmente nas indústrias automobilística, petroquímica, aeronáutica, naval e ferroviária.

2.1. Processo de fabricação - fundição

A peça foi fundida em moldes de areia aglomerada com resina, confeccionado manualmente. O modelo em madeira, utilizado na moldagem, assim como os moldes são normalmente produzidos nas aulas de Tecnologia da Fundição, no 6º período da Engenharia Mecânica, ou na Disciplina Processo de Fundição, optativa do curso de Engenharia de Materiais do CEFET-MG. Ressalta-se que o estudo do processo de fundição na maioria das escolas de engenharia é relegado ao plano teórico e a transferência de conhecimento bem como a troca de informações entre empresas e faculdades de engenharia não é algo habitual.

No processo de fundição, a qualidade do produto final está estreitamente relacionada com o controle da principal variável do processo - a temperatura - e também a um projeto bem elaborado para os canais de alimentação e enchimento. Desta forma, é fundamental o controle da temperatura quando da elaboração da liga no forno, que é, geralmente, realizado com o uso



de pirômetros de imersão. Em muitos casos, a liga pode requerer também a desgaseificação e, se ambos são realizados de forma adequada, o metal fundido tende a apresentar qualidade superior com macroestrutura refinada e melhores propriedades mecânicas. As Figuras 1 e 2 ilustram a elaboração da liga no forno e o projeto de fundição da mesma.

Figura 1 – Preparação da liga no forno.



Figura 2 – Peça fundida com canais de enchimento e alimentação.



Salienta-se que para a obtenção de um fundido de qualidade é imprescindível um molde adequado. Os controles habituais do molde são garantidos por uma mistura de areia dentro de padrões de resistência, permeabilidade e acabamento (BALDAM; VIEIRA, 2013).

A peça fundida usualmente apresenta acabamento irregular e para submetê-la a inspeção por ultrassom é recomendado a pré-usinagem da mesma. Normalmente, as escolas de engenharia possuem tornos mecânicos para usinagem de metais em seus cursos ou no setor de manutenção de equipamentos. Apesar de também ser uma disciplina relevante nos cursos de engenharia, neste trabalho, a operação de usinagem não será detalhada.



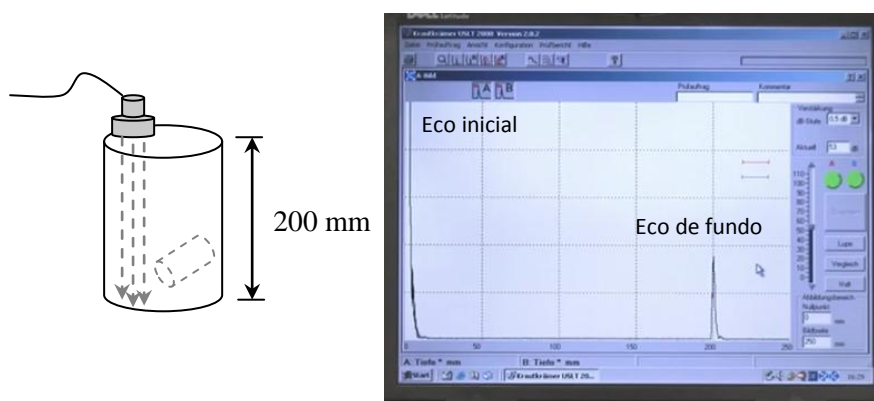
2.2. Inspeção por ultrassom

O ensaio por ultrassom é um método não destrutivo que envolve a emissão de ondas sonoras com frequências muito altas, ou seja, acima de 20.000 Hz. Este ensaio tem como principal objetivo detectar e avaliar discontinuidades internas, mas também é utilizado para detectar discontinuidades superficiais, realizar medição de espessuras e avaliar corrosão em materiais. O ensaio tem seu uso pouco difundido para determinar propriedades físicas, estrutura, tamanho de grão e constantes elásticas de materiais (SANTIN, 2003).

De forma geral, os equipamentos de ultrassom monitoram os parâmetros em análise por meio do cabeçote (ou transdutor) acoplado a peça, sendo o cabeçote tipo normal o mais usual na inspeção industrial. Esse tipo é responsável por emitir ondas longitudinais que penetram na peça de forma perpendicular à superfície, percorrendo todo o material até que seja refletido pelas interfaces, permitindo localizar e avaliar a presença de discontinuidades e ou outras variáveis do processo tais como a estrutura e tamanho de grão. Para isso, é necessário que os parâmetros do ensaio sejam definidos adequadamente, tais como a frequência de emissão das ondas.

Nesse experimento foi utilizado um detector de falhas por ultrassom, fabricante Sonatest, modelo Powerscan 450. Os cabeçotes foram do tipo normal, de 1MHz e 2MHz de frequência, sendo aplicado o método de inspeção pulso-eco. Nesta técnica, o transdutor que emite as ondas sonoras é o mesmo que recebe de volta parte ou toda energia refletida por uma superfície, sendo necessário o acesso a apenas um lado do material (ANDREUCCI, 2016). O transdutor, ao captar a energia sonora refletida, converte as vibrações em energia elétrica e a transforma em sinal na tela do aparelho que será interpretado (SANTIN, 2003). Basicamente nesta tela são identificados o eco inicial, ou de partida, e o eco de fundo, que corresponde a espessura percorrida pelo feixe sônico convertida em unidade de medida por calibração prévia com blocos de referência, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Inspeção por ultrassom: eco inicial e eco de fundo.



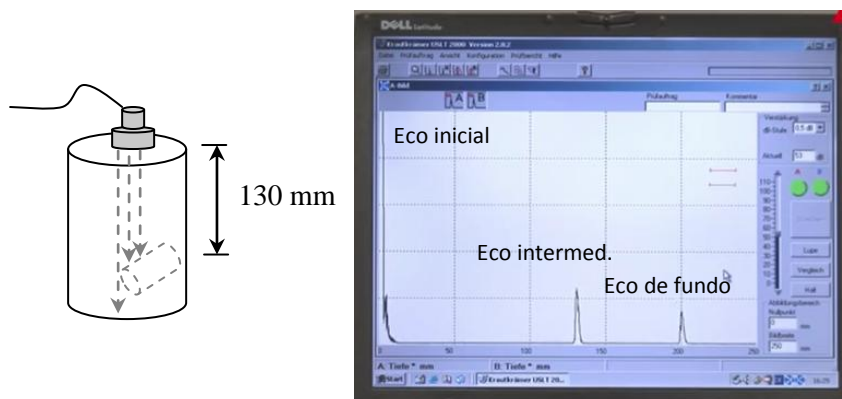
A varredura ou movimentação do transdutor sobre a peça permite a avaliação de toda a seção transversal da mesma. A redução do eco de fundo ou o surgimento de ecos intermediários entre este e o eco inicial é indicativo de discontinuidades ou anomalias no material, conforme ilustrado na Figura 4.

A frequência de ensaio ou teste também é um indicativo da condição interna do material quanto a sua estrutura. Normalmente são utilizadas frequências entre 0,5 e 5,0MHz. Frequências menores são indicadas para avaliação de materiais que apresentam estrutura heterogênea ou formada por grãos grosseiros, pois estes podem dispersar o som e causar



sinais que perturbem ou impeçam o ensaio. Como exemplo, nos materiais fundidos a frequência habitual de ensaio é de 2MHz e em materiais laminados é comum o uso da frequência de 4MHz. O comportamento ou resposta do material durante a varredura indica se é necessário substituir a frequência ou aumentar a intensidade do feixe sonoro, controlada em decibéis (dB).

Figura 4 – Inspeção por ultrassom: eco inicial, eco intermediário e eco de fundo.



2.3. Tratamento térmico

Os tratamentos térmicos são operações controladas de aquecimento, manutenção da temperatura, atmosfera e resfriamento. São realizados nos metais com o objetivo de modificar suas propriedades mecânicas. Os resultados dependem dos parâmetros utilizados e são decorrentes de transformações ou mudanças na estrutura interna ou microestrutura dos metais em tratamento (CALLISTER JR, 2002).

Especificamente para uma liga de alumínio são comuns os tratamentos de (1) homogeneização que têm a função de remover ou reduzir as segregações, produzir estruturas estáveis, controlar certas propriedades mecânicas e características metalúrgicas, como o tamanho de grão, (2) solubilização e envelhecimento, com o objetivo específico de melhorar as propriedades mecânicas como dureza e resistência e (3) recozimento e estabilização que estão relacionados com os processos de deformação (laminação / estampagem) e, normalmente, buscam melhorar a capacidade de deformação do material ou restaurar a estrutura e adequar as propriedades ao uso do produto em alumínio (ABAL, 2017).

Para um efetivo controle do tratamento térmico realizado é necessário avaliar as propriedades mecânicas. A mais representativa e simples propriedade de ser medida é a dureza, que consiste em exercer uma força sobre a superfície limpa e polida do metal por meio de um penetrador específico (aço, metal duro ou diamante). A deformação provocada é interpretada como a resistência à penetração do material e tem íntima relação com as demais propriedades do material. A medição de dureza deixa marca no material e, por esse motivo, é considerada um teste destrutivo. Também é necessário, para uma avaliação mais completa e assertiva, realizar as análises metalográficas por meio de macrografias e micrografias, sendo indispensável a retirada de amostras das peças por meio de corte com resfriamento. Posteriormente, essas amostras são lixadas, polidas e atacadas com reagentes apropriados para que revelem a condição do material (antes e após tratamento térmico). Na macrografia a



revelação é feita a olho nú ou com o auxílio de lupas e na micrografia as microestruturas ou microconstituintes são observados com o auxílio de microscópios com diferentes aumentos.

O objetivo deste trabalho é proporcionar ao aluno de engenharia a possibilidade de perceber e averiguar que os tratamentos térmicos também podem ser avaliados pelo método não destrutivo ultrassônico. Portanto, as medições de dureza e análises metalográficas foram realizadas somente para comparação dos resultados.

O tratamento térmico realizado na amostra fundida foi a homogeneização, que consiste no aquecimento da amostra em forno elétrico tipo mufla à temperatura de 500°C por 10 horas, com resfriamento dentro do próprio forno. A Figura 5 apresenta a colocação da peça no forno.

Figura 5 – Início do tratamento térmico com o carregamento do forno.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química da peça fundida em alumínio foi analisada por meio de espectrometria de emissão ótica e o resultado encontrado está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da liga de alumínio.

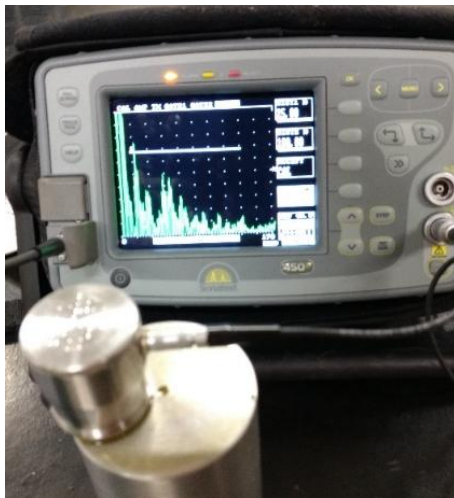
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn
%	94,2	2,95	1,46	0,669	0,0944	0,169	0,261

A temperatura do metal líquido foi controlada no forno momentos antes do vazamento, encontrando-se dentro da faixa estabelecida - 730°C a 760°C. Os cuidados necessários para eliminar os gases, retirar a escória e realizar o vazamento de forma suave e sem turbulência foram tomados. Não houve formação de rechupes durante a solidificação da peça.

A amostra, no estado bruto de fundição, foi torneada e submetida ao ensaio por ultrassom. Conforme esperado, apresentou estrutura grosseira e heterogeneidades que puderam ser identificadas pela ausência de eco de fundo em algumas regiões e excessivos ecos intermediários entre os ecos de partida e de fundo. A Figura 6 mostra a realização do ensaio com o transdutor de 1 MHz.



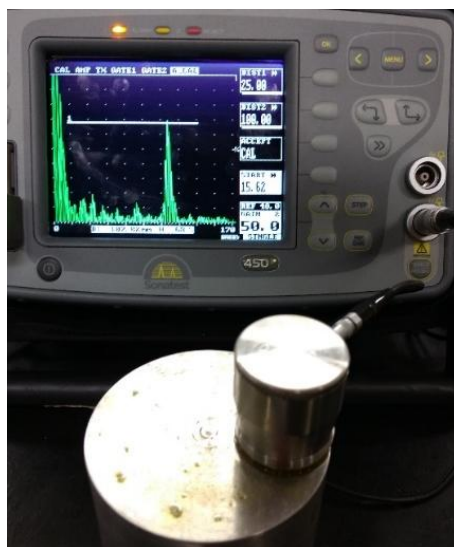
Figura 6 – Inspeção por ultrassom antes do tratamento térmico.



A frequência do transdutor utilizado, de 1MHz, é relativamente baixa para este tipo de inspeção, evidência clara de que o material apresenta estrutura grosseira e heterogênea. Ressalta-se que o cabeçote de 2MHz foi inicialmente utilizado, não apresentando eco de retorno.

A mesma amostra, após submetida ao tratamento térmico de homogeneização, quando novamente testada por ultrassom, apresentou resultados diferentes quanto a varredura. Houve redução das graminhas ou excessivos ecos intermediários de baixa intensidade e apresentou eco de fundo como resposta. A Figura 7 mostra a realização do ensaio com um transdutor de 2 MHz, evidenciando que o material apresenta estrutura modificada em relação a primeira amostra.

Figura 7 – Inspeção por ultrassom após tratamento térmico.





Paralelamente, foram realizados os ensaios de dureza e as análises metalográficas (macroestrutura e microestrutura) que serviram de comparação e validaram os resultados



obtidos na inspeção por ultrassom, conforme apresentado na Tabela 2. Também foi possível demonstrar a capacidade do tratamento térmico em modificar a estrutura bruta de fundição, conferindo ao material melhores propriedades de aplicação (mecânicas) pela alteração da sua constituição metalúrgica (CAMPOS FILHO, 1978).

Tabela 2 – Valores de dureza e estruturas metalográficas antes e após tratamento térmico.

	ANTES DO TRATAMENTO TÉRMICO	APÓS TRATAMENTO TÉRMICO
Dureza (HB)	70 a 80	30 a 50
Análise metalográfica (*)		

(*) As imagens (extraídas da literatura) são típicas das modificações internas no material que promovem as diferentes respostas no teste por ultrassom (DAVIS, 1993).

4. CONCLUSÃO

Por razões que desafiam a própria razão, é quase intransponível a barreira constituída nos cursos de engenharia pela proporção que representa os conteúdos matemáticos sem identificação ou relação direta com as situações práticas e o antagonismo do mercado repleto de softwares originados na matemática, cada vez mais facilitadores das soluções dos problemas de engenharia. A evasão, que se tornou comum nos cursos de engenharia, é vista absurdamente, por muitos, como uma seleção natural. Na verdade, é uma evidência clara de que desperdiçamos recursos, não valorizamos o tempo, nos distanciamos da educação transformadora e, muitas vezes, expurgamos da engenharia o “talento” e a “criatividade”, fundamentais para a inovação.

Enquanto a equação para este problema é discutida e pensada, aqueles que estão envolvidos com a educação em engenharia se desdobram para encontrar alternativas para que a aprendizagem gere resultados suficientes para sustentar o presente e garantir as mudanças para um futuro melhor do Brasil.

Como passo inicial, a proposta é que as escolas estabeleçam métodos práticos e os implementem nos primeiros períodos dos cursos de engenharia, de forma a correlacionar os diversos conteúdos que serão ensinados durante a formação profissional e a entusiasmar o aluno, despertando nos mesmos um senso de análise crítica que busque entender e associar a aplicação de determinado conhecimento no contexto geral da engenharia. Como exemplo, o conteúdo deste artigo poderia ser reproduzido em sala de aula, enfatizando os conceitos e conteúdos que o aluno desenvolverá isoladamente, mas de maneira fundamentada, nas disciplinas de Ciência dos Materiais, Processos de Fabricação, Tratamentos Térmicos, Metalografia e Ensaio de Materiais.

4.1. Autorizações

Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar o conteúdo de seu trabalho.

Organização



UDESC
 UNIVERSIDADE
 DO ESTADO DE
 SANTA CATARINA



Promoção



Associação Brasileira de Educação em Engenharia



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAL. **Alumínio: características químicas e físicas**. Disponível em:
<<http://abal.org.br/aluminio/caracteristicas-quimicas-e-fisicas/temperas>> Acesso em: 08 jun. 2017.
- ANDREUCCI, Ricardo. Ensaio por Ultrassom - Aplicações Industriais. São Paulo: Abendi, 2016. 102p.
- BALDAM, R. de Lima; VIEIRA, E. A. Fundição, processos e tecnologias correlatas. 1. ed. São Paulo: Editora Érica. 2013.
- CALLISTER JR. Willian D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC. 2002.
- CAMPOS FILHO, M. Prates de. Solidificação e fundição de metais e suas ligas. 1. ed. São Paulo: USP. 1978.
- CNI. Mais da metade dos estudantes abandona cursos de engenharia. Disponível em:
<<http://www.portaldaindustria.com.br/agenciacni/noticias/2013/07/mais-da-metade-dos-estudantes-abandona-cursos-de-engenharia/>> Acesso em: 12 jun. 2017.
- DAVIS, Joseph R. Aluminum and aluminum alloys. Materials Park: ASM International, 1993.
- GONTIJO, G. M.; STOPA I. S.; PEREIRA, C. A.. Evasão no curso de engenharia de minas. Anais: XL - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém: UFPA, 2012.
- LOPES, Lilá Reis; UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, Escola de Administração. O Marketing nas instituições de educação superior privadas da Bahia: um estudo sobre o nível de conhecimento e potencialidade de uso do marketing, e sobre as aspirações e necessidades dos estudantes candidatos, 2006. 192p, il. Dissertação (Mestrado).
- MATERIALS SCIENCE 2000. **Ultrasonic testing**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=UM6XKvXWVFA>> Acesso em: 14 jun. 2017.
- REIS, V. W.; CUNHA, P. J. M.; SPRITZER, I. M. P. A.. Evasão no ensino superior de engenharia no Brasil: um estudo de caso no CEFET/RJ. Anais: XL - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém: UFPA, 2012.
- SANTIN, Jorge Luiz. Ultra-som: técnica e aplicação. 1. ed. Curitiba: Editora Unificado, 2003. 276p, il.
- SGANZERLA, Nelva Maria Zibetti; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO. Aspectos relevantes da estatística e a evasão de estudantes no curso de graduação em Estatística da UFPR, 2001. 285p, il. Tese (Doutorado).



CONTENTS INTEGRATION: MANUFACTURING PROCESS, MECHANICAL AND METALLURGICAL PROPERTIES, THERMAL TREATMENTS AND TESTING OF MATERIALS

Abstract: *Engineering education, regardless of the area under study, is complex. It presents characteristics such as multidisciplinary, diverse fields of action and specificities, which makes it more difficult to approach the students, especially those of the first periods, of the technical content to be studied. At the same time, the deficiency in addressing the direct relationship between the content of the various disciplines of the same course and the weight of mathematics without direct relation to the application has made evasion somewhat common in engineering courses. Regardless of, external factors to the courses, such as the national economic scenario, inevitably promote deindustrialization and consequently frustrate the future expectations of the student of engineering contributing, even more, to the discontinuity of the course. In this work, the content integration is explored through a practical case and used as a pedagogical strategy. The manufacturing of the part by the casting process, the adequacy of its properties through heat treatment and the quality evaluation of the product by conducting destructive tests and non destructive tests allow demonstrate to the students of the materials engineering, mechanical engineering and metallurgical engineering courses, among others, the proximity and intimate relationship between processes, properties, tests and applications, subjects that are usually taught separately during the course. The idea is that these situations are presented as examples in the initial matters of the courses, such as the Introduction to Engineering, and encourage students to identify similar situations in all stages of their professional qualification.*

Key-words: *Content integration, Pedagogical strategy, Processes and properties.*