



IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE FUNDIÇÃO NA PUCRS

Luiz Fernando Molz Guedes - guedeslf@pucrs.br

Nilson Valega Fernandes - valega@pucrs.br

João Carlos Pinheiro Beck - beck@em.pucrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica

Av. Ipiranga, 6681 – Bloco 6 – Sala 169 – Prédio 30 – Partenon

CEP 90619-900 – Porto Alegre, RS

***Resumo:** Neste trabalho, apresenta-se a proposta de implantação de um Laboratório de Fundição, no Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da PUCRS. Atualmente, nas grades curriculares dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica, os conteúdos de Fundição são devidamente ministrados, seja em disciplina própria ou como parte da área de Processos de Fabricação. Adotando esta filosofia de integrar, cada vez mais, o aluno com a prática profissional com o objetivo de melhorar sua formação, tornando-o apto a enfrentar os desafios do mercado de trabalho, pretende-se então estruturar o referido Laboratório. Discute-se na presente contribuição técnica, a melhor estratégia para a implantação do mesmo, além dos materiais e equipamentos apropriados a cada processo, bem como a forma de sua ampliação futura, de forma a preencher lacunas existentes em âmbito regional em laboratórios de ensino desta natureza.*

***Palavras-chave:** Implantação de laboratório, Ensino, Fundição*

1. INTRODUÇÃO

Giugliani et al (1999) informam que o Projeto Pedagógico da Faculdade de Engenharia, Unidade Acadêmica à qual está vinculado o Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica, apresenta como proposta fundamental o estabelecimento de uma abordagem baseada na competência tanto do profissional quanto do cidadão, com enfoque voltado ao desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes.

Do ponto de vista psicopedagógico, tais desenvolvimentos devem estar centrados e entendidos da seguinte forma:

- Atitudes: basicamente se referindo aos aspectos relacionais e de trabalho em grupo;
- Habilidades: refere-se ao saber fazer;
- Competências: em relação à capacidade do sujeito de abordar situações complexas. Para tanto, o aluno deve apresentar as seguintes características:
 - Ser elemento participativo integrador e cooperativo;
 - Ser capaz de construir o conhecimento a partir de uma relação de ensino/aprendizagem eficaz (desenvolvida em conjunto com o professor).

Dessa maneira, o objetivo final é a formação de um profissional competente para atuar de forma responsável e criativa no contexto vigente e com aperfeiçoamento para os desafios e mudanças impostas ao mundo atual.



Torna-se de extrema importância, então, partir do conhecimento prévio do aluno, estabelecer a relação com a realidade e buscar formas de promover a motivação, o desenvolvimento e o aperfeiçoamento.

Sabe-se também, que a síntese do conhecimento pode ocorrer:

- De forma gráfica;
- de forma oral;
- de forma escrita;
- de forma experimental (que é, essencialmente, a que se propõe o Laboratório em epígrafe).

A proposta de implantação do Laboratório de Fundição, naturalmente, insere-se no espírito do Projeto Pedagógico em questão. Neste cenário, o trabalho aborda os aspectos curriculares norteadores da referida implantação, focalizando, ainda, a importância dos conhecimentos de Fundição na formação dos alunos de Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica. São apresentados, também, os objetivos da implantação do Laboratório, discutindo-se a estratégia adotada para tal. Finalmente, são relacionados os equipamentos e materiais necessários à estruturação do Laboratório de Fundição atual.

2. ASPECTOS CURRICULARES

Conforme Beck (2002), o conhecimento vem avançando num ritmo cada vez mais acelerado, desde as últimas décadas do século passado, fato que é mais marcante nas áreas científicas e tecnológicas. De fato, as necessidades da humanidade por bens, serviços e utilidades que emprestem um alto grau de agilidade e praticidade às suas atividades diárias – tanto profissionais quanto em nível pessoal – imprimem àquelas áreas, notadamente no ramo da Engenharia, demandas muito importantes em termos de um contínuo desenvolvimento.

Deste modo, as Instituições de Ensino Superior devem estar atentas a esta realidade, tornando-se suficientemente ágeis no sentido de oferecer ao seus estudantes estruturas curriculares (bem como métodos didáticos, laboratórios, etc.) modernas e dinâmicas, de modo a assegurar o atendimento às demandas da sociedade, conforme destacado acima.

O momento é extremamente oportuno para a reestruturação curricular, não apenas em razão de aspectos voltados ao atendimento de demandas da sociedade, mas também devido ao fato de estarmos vivendo um período de intensas ações concretas no âmbito das redefinições dos currículos nos cursos de Engenharia em diversos pontos do território nacional.

Face aos aspectos expostos anteriormente, os cursos de Engenharia devem apresentar uma organização flexível, privilegiando projetos e atividades interativas com a comunidade externa. Deve ser valorizada a aprendizagem para a vida inteira do profissional, tornando-se importante o estímulo para que o mesmo retorne aos bancos universitários; é fundamental, portanto, que sejam criadas alternativas para a educação continuada. Uma formação que atenda a esses valores somente poderá concretizar-se mediante profunda renovação nos currículos vigentes.

A evolução da ciência e da tecnologia, bem como a competitividade imposta pelo mercado de trabalho, desafiam as Instituições a formarem profissionais de nível científico elevado, com notável capacidade de trabalho em grupo e com conhecimentos em campos interdisciplinares, onde a capacidade de tomada de decisão e a capacidade de síntese e organização assumem papéis decisivos.

Neste cenário, a intensificação das atividades de laboratório assume papel decisivo na formação profissional em Engenharia Mecânica, destacando-se que a PUCRS oferece também o curso de Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica) que, igualmente, será beneficiado com o Laboratório de Fundição, abordado neste trabalho.

3. OS CONHECIMENTOS DE FUNDIÇÃO NA FORMAÇÃO DOS ALUNOS

De acordo com Guedes (2001), o principal objetivo do ensino de Fundição nos cursos anteriormente mencionados é o de oferecer condições para que os futuros profissionais possam atuar diretamente vinculados a tal processo (seja na indústria, seja como consultor, seja no comércio de produtos, ou em outras atividades de caráter técnico), ou em outras áreas, que possam valer-se de conhecimentos sobre fundição (projetos, especificações de materiais, peças e produtos, etc.).

Neste cenário, o aluno deverá assimilar conceitos básicos sobre fundição, bem como conhecer seus processos e os equipamentos para fusão dos metais, dentre outros aspectos que complementam a obtenção de produtos através do processo em epígrafe. Mediante o estudo das regras gerais para o projeto de peças fundidas, o acadêmico terá condições de integrar todos os conteúdos abordados na disciplina, o que é fundamental na sua formação profissional.

Para atingir o objetivo proposto, a ementa deve destacar, entre outros itens: aspectos gerais sobre a Fundição, processos de moldagem, equipamentos para fusão dos metais, hidráulica dos sistemas de canais, desmoldagem/limpeza/acabamento, regras de projeto de peças fundidas.

4. OBJETIVOS DA IMPLANTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FUNDIÇÃO

Entre os objetivos da implantação do referido Laboratório, destacam-se (Garcia, 2002):

- integração do aluno com a prática, aplicando os conhecimentos técnicos adquiridos em sala de aula;
- formação de um profissional mais completo na área de Processos de Fabricação, apto a enfrentar os desafios do mercado de trabalho.

Deve-se considerar que a área de Processos de Fabricação é extremamente importante para os Engenheiros Mecânicos e Engenheiros Mecatrônicos, em razão da diversidade de processos e parâmetros existentes.

No âmbito dos processos de fabricação, a Fundição ocupa posição de destaque, por tratar-se de um conjunto muito versátil de técnicas para a produção de peças acabadas e semi-acabadas.

Neste cenário, torna-se imprescindível que se busque preencher a lacuna – ainda verificada na Universidade – da implantação de um Laboratório de Fundição.

No cenário desses objetivos, emerge o desenvolvimento de atividades de pesquisa, onde a iniciação científica será a etapa nucleadora de projetos conjuntos com o setor produtivo. Para tanto, será de grande valia a experiência já adquirida em pesquisas anteriores, cujo início deu-se justamente com a construção de um forno de fundição, nos moldes do mostrado na Figura 1. Efetivamente, foram desenvolvidas atividades de iniciação científica e trabalhos de conclusão de curso durante sua montagem.

Figura 1 – Forno para fusão de metais (Morganite Brasil Ltda., 2002)



A Figura 2 ilustra o processo de moldagem, a verde, evidenciando o momento em que o metal recém foi vazado e inicia a etapa de solidificação/resfriamento. Na Figura 3, é apresentado um misturador com características semelhantes às que poderão ser de interesse por ocasião da ampliação do Laboratório, isto em etapa posterior.

Figura 2 – Processo de moldagem a verde (Alvorada, 2001)

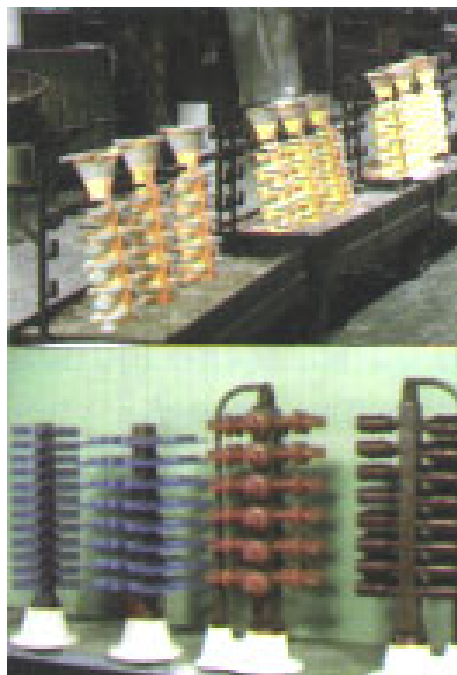


Figura 3 – Misturador de areias (JNC Ciclos Automáticos Ltda., 2001)



A Figura 4 ilustra o processo de cera perdida, que também se pretende utilizar para a fabricação seriada de peças de precisão e de pequeno porte.

Figura 4 – Processo de cera perdida (Nalco Brasil Ltda., 2001)



5. ESTRATÉGIA DE IMPLANTAÇÃO DO LABORATÓRIO

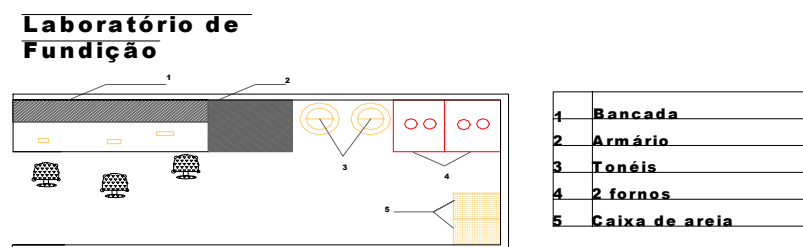
O Laboratório de Fundição da PUCRS focalizará, num primeiro momento, os processos de moldagem em areia verde e cera perdida. Sua estrutura comportará equipamentos básicos, devendo – a médio prazo – a mesma ser incrementada mediante o desenvolvimento de projetos de pesquisa. A proposição de tais projetos somente poderá ser efetivada, a partir da criação deste laboratório.

Deste modo, as etapas para a implantação do mesmo serão as seguintes (Garcia, 2002):

- determinação do espaço físico, bem como a possibilidade da instalação de uma sala de aula juntamente com o Laboratório;
- obtenção dos materiais e equipamentos necessários.

A Figura 5 mostra o croquis da planta baixa do laboratório proposto, em sua fase inicial de lay-out e equipamentos iniciais.

Figura 5 – Planta baixa do Laboratório (Garcia, 2002)



6. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

A Tabela 1 mostra os equipamentos referentes ao processo de moldagem em areia verde.

Tabela 1 - Equipamentos para moldagem em areia verde

Descrição	Quantidade (*)	Observação
Caixas de moldagem	15	(a)
Peneiras	15	(a)
Lancetas	15	(a)
Socadores	15	(a)
Pernos	15	(a)
Martelos	15	(a)
Estrados	15	(a)
Bancadas	02	(a)
Areia de moldagem	2m ³	(b)
Forno de cadinho	01	(c)
Máquina para peneirar areia	01	(d)

(*) Prevendo-se aulas práticas com 15 alunos por turma

(a) Itens que podem ser executados no próprio Departamento

(b) Possíveis de serem obtidos através de doações de empresas



- (c) Numa 1ª fase, poderá ser utilizado o forno existente no Laboratório de Metalografia e Tratamentos Térmicos/PUCRS
(d) Necessária apenas numa 2ª fase

A Tabela 2 mostra os equipamentos referentes ao processo de cera perdida.

Tabela 2 - Equipamentos necessários para o processamento por cera perdida

Descrição	Quantidade (*)
Plastilina (massa de modelar)	10kg
Sílica coloidal	50 litros
Zirconita (silicato de Zircônia – Zirconac) malha 325	100kg
Zirconita (silicato de Zircônia – Zirconac) malha 200	100kg
Zirconita areia de fundição	100kg
Chamote fino malha	20kg
Chamote médio malha	20kg
Wax clean	50 litros
Borracha de silicone	40kg
Cera desmoldante ou silicone líquido spray	-x-
Grafite em pó	-x-
Estiletos ou bisturis	20

Além disso, serão necessários os seguintes equipamentos de apoio:

- banho-maria para fusão da cera ou injetora de cera;
- chapa quente e ferros de solda para montagem dos cachos;
- forno de desceragem;
- forno para a fusão do metal;
- 02 misturadores de lama (lama primária e secundária);
- banco de baterias para os misturadores de lama;
- controle de temperatura e umidade para a sala de secagem dos cachos;
- 08 blocos de alumínio para confecção de moldes;
- tenazes para manuseio dos cachos quando quentes;
- equipamento de segurança (luvas, óculos, etc.).

Além dos equipamentos listados, serão necessários os seguintes materiais de apoio:

- 01 armário (gaveteiro metálico com 4 gavetões) para guardar catálogos e outros documentos;
- 01 armário metálico vertical para guardar o material de laboratório;
- 01 espaço pequeno, para armazenamento de areia;
- 01 quadro magnético para explicações;
- 01 mesa para professor com cadeira;
- 15 classes, com cadeiras, para os alunos;
- 01 quadro mural para avisos gerais.

A área prevista para a implantação do laboratório é de 100 a 150m². O espaço físico do mesmo, juntamente com a sala de aula, deve ser isolado com divisórias e possuir um sistema de ventilação adequado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS



O Laboratório de Fundição da PUCRS será extremamente importante para a área de Processos de Fabricação, nos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica), assegurando que sejam preenchidas as características na formação dos profissionais descritas a seguir (Giugliani et al ,1999).

Alterações no perfil do profissional de Engenharia:

- mudanças do mercado de trabalho;
- influências de novos produtos, serviços e materiais;
- absorção de novas tecnologias.

Competências, habilidades e atitudes:

- sólida formação teórico-prática, básica e profissionalizante;
- capacidade de pensar e criar soluções para problemas;
- concepção e análise de sistemas, produtos e processos, utilizando modelos adequados;
- visão crítica de ordens de grandeza na solução e interpretação de resultados em Engenharia;
- desenvolvimento de atividades práticas, analisando e interpretando resultados;
- postura pró-ativa e empreendedora;
- compromisso com a busca permanente de aprimoramento profissional.

8. CONCLUSÃO

No desenvolvimento da presente contribuição, segundo avaliações efetuadas em vários aspectos, foram as seguintes as conclusões obtidas:

- É relativamente fácil e de baixo custo a implantação de um laboratório de fundição numa Faculdade de Engenharia, desde que se disponha de local adequado e equipamentos não excessivamente sofisticados;
- Um laboratório com o perfil apresentado tem condições de desenvolver habilidades, competências e características atitudinais em várias áreas da engenharia de processos;
- Atualmente as atividades experimentais, particularmente na área de fundição, têm fundamental importância na alteração do perfil do profissional que a engenharia moderna pretende.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALVORADA (FENAF 2001). Material de divulgação na Revista **Fundição e Serviços**, Aranda Editora Técnica Cultural Ltda., São Paulo, p.159, Abril 2001.
- [2] BECK, J.C.P. **Projeto de Reestruturação Curricular do Curso de Engenharia Mecânica/PUCRS**, Porto Alegre, 2002.
- [3] GARCIA, D.G. **Laboratório de Fundição/PUCRS**, Porto Alegre, 2002.
- [4] GIUGLIANI, E, GUEDES, L.F.M., KAEHLER, J.W.M., NICOLETTI FILHO, J.N., BITTENCOURT, B.G., SARTORI, J.E., LIMA, T.E.O., 1999. **Projeto Pedagógico da Faculdade de Engenharia/PUCRS**. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE'99), Natal. **Anais**. Natal: UFRN, 1999.
- [5] GUEDES, L.F.M. **Projeto da Disciplina de Fundição/PUCRS**, Porto Alegre, 2001.



- [6] JNC CICLOS AUTOMÁTICOS LTDA. Material de divulgação na Revista **Fundição e Serviços**, Aranda Editora Técnica Cultural Ltda., São Paulo, p.10, Abril 2001.
- [7] MORGANITE BRASIL LTDA. Material de divulgação na Revista **Fundição e Serviços**, Aranda Editora Técnica Cultural Ltda., São Paulo, p.12, Abril 2002.
- [8] NALCO BRASIL LTDA. Material de divulgação na Revista **Fundição e Serviços**, Aranda Editora Técnica Cultural Ltda., São Paulo, p.5., Abril 2001.

IMPLANTATION OF A FOUNDRY LABORATORY AT PUCRS

***Abstrac:.** In this work, it is presented the proposition in order to create a Foundry Laboratory, in Mechanical and Mechatronical Engineering Department at PUCRS. Nowadays, in the courses of Mechanical Engineering and Mechatronical Engineering, the subjects about Foundry are well developed, or in an entire matter or as a part of Manufacturing Processes area. Inside this idea of integrating more and more with deepness the student with the professional practice, in order to improve his purpose formation, with the aim of enter in a hard work market, one pretends thus establish the Laboratory mentioned. This work discusses the best strategy in order to implant the Laboratory in screen, also relating the materials and equipments appropriated to each process, and also the alternative to its future ampliation, in order to improve the offers – in the regional scenary – of teaching laboratories of this nature.*

***Keywords:** Laboratory implantation, Teaching, Foundry*