

A IMPORTÂNCIA DOS LABORATÓRIOS NO ENSINO DE ENGENHARIA MECÂNICA.

Helio Pekelman – hel1217@ig.com.br

Instituto Presbiteriano Mackenzie, Faculdade de Engenharia, Departamento de Mecânica
Rua da Consolação, 930 – Consolação
CEP – 01302-090, São Paulo – SP

Antônio Gonçalves Mello Jr. – mellojr@mackenzie.com.br

Instituto Presbiteriano Mackenzie, Faculdade de Engenharia, Departamento de Mecânica
Rua da Consolação, 930 – Consolação
CEP – 01302-090, São Paulo – SP

***Resumo:** Neste artigo se abordará como os laboratórios em um curso de engenharia, especialmente na área da engenharia mecânica, trazem benefícios aos docentes, aos discentes e a Instituição. Serão apontadas as vantagens e as desvantagens com relação ao aprendizado, aos investimentos, a atualização e a manutenção dos mesmos, e finalmente, será discutida a questão dos laboratórios tornarem-se mais didáticos e não investigativos. O trabalho inicia com definições de engenharia mostrando a ligação, entre engenharia, ciência, tecnologia e o ser humano, ressaltando o papel do engenheiro como aquele que aplica a ciência no atendimento às necessidades humanas. O laboratório será colocado como um modelo (simplificação da realidade) que permite simulações (imitação de operações) estimulando o aluno de engenharia a praticar a transformação ciência / tecnologia em benefício do bem estar da comunidade enfatizando a maior aproximação do aluno com a prática de engenharia. Posteriormente, também serão abordadas as vantagens e desvantagens do uso do laboratório, através de um estudo de caso. Na parte final do trabalho discute-se a questão da utilização dos laboratórios, não somente para fins didáticos, mas também, para fins investigativos, conforme proposto nas definições de engenharia, que aparecem no início da introdução. Ao final, será abordada a inter-relação entre o uso do laboratório e a criatividade.*

***Palavra-Chave:** Laboratórios, criatividade, engenharia*

1. INTRODUÇÃO

O enfoque que se dará neste artigo é o uso de laboratórios no ensino da engenharia, no caso, Engenharia Mecânica, desta forma, nada mais justo que iniciarmos com algumas definições de engenharia a fim de permitir um melhor esclarecimento com relação aos seus objetivos e aos objetivos deste artigo.

Engenharia segundo MICHAELIS (1998) “é a arte de aplicar os conhecimentos ou utilização da técnica industrial em todas suas determinações”.

Engenharia segundo KIRK (1979) “é a profissão essencialmente dedicada à aplicação de um certo conjunto de conhecimentos, de certas habilitações e de uma certa atitude à criação de

dispositivos, estruturas e processos utilizados para converter recursos a formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas”.

Nota-se então, que a grande ferramenta do engenheiro é o conhecimento da ciência e da tecnologia, que se reverterá em benefício das necessidades humanas.

Temos segundo MICHAELIS (1998) que a tecnologia “*é a aplicação dos conhecimentos científicos à produção em geral*”. e voltando a KIRK (1979) é através do engenheiro que a humanidade colhe os frutos da pesquisa científica.

Assim, quando focamos o ensino de engenharia, a questão tecnologia, ciência e humanidade se tornam chaves, o que é mostrado no texto de PEREIRA, BAZZO APUD SOUZA (2002) “... *o sistema educativo, em especial a escola de Engenharia, deverá se aparelhar para formar cidadãos que saibam avaliar criticamente a tecnologia e suas implicações. Se os engenheiros são os responsáveis por desenvolver e trabalhar tecnologias, nada mais lógico que eles tenham condições de entendê-las além e aquém da pura técnica*”.

2. RELAÇÃO LABORATÓRIOS X SIMULAÇÃO / MODELAGEM

Se o engenheiro deve ser capaz de aplicar a ciência e a tecnologia, que se entenda, neste artigo, como aplicação, a adaptação dos conhecimentos científicos e tecnológicos às necessidades humanas, nada mais justo, que no seu período de ensino no curso de Engenharia, lhe seja proporcionado a possibilidade de se deparar e manipular as principais tecnologias básicas em condições próximas, simuladas, às do mundo real, ou melhor, profissional.

Podemos dizer, que os laboratórios em uma instituição de ensino de Engenharia modelam situações reais (modelo – simplificação da realidade) e utilizam estes modelos em simulações.

Simulação conforme BANKS (1998); é a imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real sobre o tempo. Ainda conforme o mesmo autor, simulação envolve a geração de uma história artificial para desenhar inferências com relação às características de operação do sistema real representado, é utilizada para descrever e analisar o comportamento de um sistema, gerar perguntas do tipo o que acontece se? , sobre o sistema real, e ajudar no projeto de sistemas reais. Ambos, sistemas existentes e conceituais podem ser modelados e simulados.

3. USO DE LABORATÓRIOS X CRIATIVIDADE

Além de aproximar o aluno da ciência e tecnologia, as ferramentas do engenheiro, no atendimento às necessidades humanas, os laboratórios devem também servir como treinamento da criatividade, ou seja, deve permitir ao aluno desenvolver diferentes aplicações utilizando as mesmas ferramentas e exteriorizar este ambiente para o mundo real.

AYAN (2001), ao comentar sobre o mito da personalidade criativa, diz se tratar de lenda a crença estabelecida de que a criatividade é reflexo da capacidade intelectual e coloca que, poucas pessoas entendem que podem *aprender* e ser mais criativas, elas não sabem quais técnicas usar para gerar novas idéias ou como desenvolver seus talentos naturais.

A fim de propiciar, o uso da criatividade sempre que for necessária AYAN (2001) propõe dez estratégias:

- 1- Relacione-se com as pessoas;
- 2- Projete um ambiente enriquecedor;
- 3- Saia do seu casulo, viajando;
- 4- Seja contagiado por brincadeiras e bom humor;
- 5- Expanda sua mente através da leitura;
- 6- Dedique-se às artes;

- 7- Fique ligado na tecnologia;
- 8- Dinamize o pensamento com relação aos seus desafios;
- 9- Libere seu *alterconsciente*;
- 10- Entre em contato com sua alma criativa.

Neste ponto, relacionando as 10 estratégias de AYAN (2001), mostraremos os laboratórios como uma união da aplicação da ciência e tecnologia através de modelos e simulações com criatividade, ressaltando-se assim o forte elo entre estes ambientes e a definição de engenharia e, portanto, sua importância no curso. Além disso, colocaremos vantagens e desvantagens da sua presença.

Relacione-se com as pessoas – AYAN (2001) coloca que uma das maneiras mais poderosas de aumentar sua criatividade através das pessoas é aumentando sua consciência das excelentes oportunidades que residem em cada encontro ou conversa que tiver. Neste aspecto as aulas práticas de laboratório permitem uma maior interação e conversa entre alunos e alunos professor, levando este a mais dúvidas, mais curiosidade, e conseqüentemente uma aproximação maior com a engenharia. Um ponto negativo que se destaca, neste caso é a questão da quantidade de alunos no ambiente de laboratório, quantidades muito grandes dispersam a atenção reduzindo muito o ganho com a troca de experiências.

Projete um ambiente enriquecedor – AYAN (2001) expõem que, a inspiração e produtividade são melhoradas em ambientes que estimulam todas as percepções sensoriais e o inverso também ocorre, em ambientes que produzem cacofonia de percepções sensoriais, que perturbam e traumatizam. O autor diz que cada empreendimento exige um ambiente singular correspondente aos seus objetivos. Relacionando estas afirmações com o ambiente de laboratório e estando instalado *adequadamente*, este pode ser encarado como alavancador da criatividade pois além de estar direcionado a um objetivo específico, estimula as várias percepções sensoriais. Novamente pode-se citar como desvantagem a quantidade grande de alunos no ambiente desvirtuando as condições apresentadas, outro ponto importante a se ressaltar são as instalações *adequadas* que tem um custo, às vezes alto, envolvido.

Saia do seu casulo, viajando – *“Aventurar-se para além da sua zona geográfica de conforto é algo que revigora seu espírito criativo”.* *“Quando você vai a algum lugar onde nunca esteve, seu cérebro se reaviva e você fica mais atento ao que o cerca”* AYAN (2001). Neste caso sair da sala de aula, com uma bagagem de conhecimento, e se aventurar em testar e comprovar os mesmos, relacionar com mercado e posteriormente extrapolar com novas experiências é o objetivo proposto por um ambiente de laboratório. Ressaltamos aqui não uma desvantagem mas talvez uma falha a ser corrigida: primeiro, aumentar o contato do aluno com o mercado (visitas técnicas específicas) para que este possa fazer a ligação entre aprendizado e prática e segundo, incentivar, a partir destes contatos, a proposta de novos experimentos tornando o ambiente de laboratório não apenas didático mas também investigativo.

Seja contagiado por brincadeiras e bom humor – *“Ao experimentar estresse físico e emocional, por excesso de trabalho ou pressão psicológica, você dificilmente consegue gerar novas idéias ou solucionar problemas difíceis”.* *“O humor freqüente é o gatilho que diz às pessoas que não há nada de errado em imaginar coisas engraçadas ou esquisitas – exatamente o que você precisa para disparar uma associação ou idéia capaz de romper um obstáculo criativo”* AYAN (2001). Conforme as definições de engenharia apresentadas, se o engenheiro tem como uma de suas atribuições fazer a ponte entre ciência e sua aplicação na sociedade, se para este fim precisa de criatividade, e se esta é disparada com bom humor e brincadeiras, temos então o ambiente de laboratório como um local que permite o uso do expediente humor e

brincadeiras de maneira mais descontraída e frequentemente tem-se colhido ótimos resultados com esta prática.

Expanda sua mente por meio da leitura - No ponto de vista do autor, um dos propósitos fundamentais da leitura é abastecer suas próprias idéias e seu trabalho criativo, o mesmo sugere aplicar o que você lê à sua vida e observar a sincronia e as descobertas casuais. Obviamente a leitura é um dos combustíveis da criatividade, como o foco neste caso é a importância dos laboratórios no ensino de engenharia, em especial, mecânica, temos o ambiente de laboratório como o finalmente do processo de leitura, ou seja, a prática do aprendido e através da curiosidade gerada, a criação de um ciclo virtuoso, aprendizagem – prática.

Dedique-se às artes – *“O verdadeiro poder das artes é que elas falam direta e profundamente com a sua alma criativa”*. AYAN (2001). Pode-se fazer a mesma associação do item anterior, ou seja, com mais criatividade o aluno se aproxima da definição de engenharia e a união do ambiente de laboratório com a criatividade incentivada por eventos externos, como as artes, leva ao ciclo virtuoso aprendizagem – prática.

Fique ligado na tecnologia – Segundo o autor, se você não acompanhar a revolução tecnológica da atualidade, pode distorcer completamente os benefícios que ela oferece. Este é um ponto sensível de se tocar quando se aborda ambiente de laboratório pois, como já citado anteriormente, laboratórios modelam situações reais e utilizam estes modelos em simulações, tanto a modelagem como a simulação podem ser feitas com o auxílio do computador de maneira total ou parcial, e a questão então é: sair do ambiente do laboratório para uma sala de computadores para resolver problemas mais complexos mais rápido, utilizando uma tecnologia de ponta, com menos interação, ou permanecer no ambiente do laboratório para resolver problemas menos complexos porém, com uma interação maior, com um tempo maior e com menos tecnologia ? não se pretende responder a esta questão agora mas sabemos que a resposta passa pela grande desvantagem da tecnologia que é o custo e o tempo de obsolescência e pelo que foi abordado no início deste item, como avaliar os benefícios da tecnologia sem utilizá-la ?

O mesmo autor expõe que a tecnologia é um facilitador do processo criativo em todas as áreas e também é uma forma de expressão criativa, corroborando podemos citar frase de Einstein *“Para levantar novas questões, novas possibilidades, para tratar problemas antigos de uma nova maneira, é necessário imaginação criativa e isto representa verdadeiro avanço científico”*. Deixaremos a questão utilização da tecnologia em laboratórios de engenharia como uma sugestão de tema a ser abordado em um artigo separado.

Dinamize o pensamento com relação aos seus desafios – Segundo o autor, dinamizar o pensamento é, com auxílio de estratégias de raciocínio, sair de uma situação “nenhuma idéia” para uma “nova idéia” em um curto espaço de tempo. Relacionando com ambiente de laboratório, pode-se dizer que a aplicação de técnicas de dinamização ficam melhores quando realizadas em um ambiente favorável como de laboratórios.

Libere seu alterconsciente – O autor explica que fenômenos aceitos como manifestações visíveis do alterconsciente são : sonhos, intuição, devaneios, visualizações e meditações. Novamente o relacionamento com o ambiente de laboratório se da com o ambiente favorável proporcionado por este local na dinamização da criatividade.

Entre em contato com sua alma criativa – Conforme o autor, relacionar-se com seu interior exige que você esteja aberto a idéias de que dentro de cada um de nós existem sementes de grandes idéias. Finalmente podemos expor que o ambiente do laboratório contribui, de certa forma, para um encorajamento de ações criativas engrandecendo o espírito inovador do aluno de engenharia.

3. DA TEORIA À PRÁTICA

Em um curso de Engenharia Mecânica tradicional, o número de horas dedicado a utilização de laboratórios, sejam os mesmos do período básico como Oficina Mecânica, Física, Química Tecnológica, Computação, Mecânica dos Fluidos etc., ou do chamado período profissionalizante como Mecânica Vibratória, Usinagem, Soldagem, Máquinas de Fluxo, Sistemas Térmicos, Motores de Combustão Interna, Mecatrônica e Robótica, Circuitos Hidráulicos e Pneumáticos, Metrologia, Metalurgia, etc., representam, seguramente, entre 20 a 30% da carga curricular do respectivo Curso.

Em muitas disciplinas, entretanto, para não aumentar consideravelmente a carga horária proposta para o Curso, tais laboratórios são integrados como extensão das aulas de teoria/exercício da própria disciplina.

A porcentagem acima está, coincidentemente, dentro da proposição do MEC – Ministério de Educação e Cultura, cogitada desde a década passada na redução das horas do Curso de Engenharia, de uma média atual de 4.500 horas para uma média de 3.200 horas, o que significa uma redução aproximada de 28%.

Essa redução deverá influir de maneira significativa na diminuição de aulas práticas de qualquer curso de Engenharia, deixando o aluno de adquirir os conhecimentos básicos, advindo das experiências, necessários na maioria das vezes para um perfeito entendimento da teoria na prática. A Universidade, também deixa de usufruir por completo dos recursos financeiros investidos na montagem destes laboratórios.

Por outro lado, a cada visita de avaliação do MEC novas solicitações são feitas em termos da necessidade da Escola de um ou outro Laboratório, que julgam necessário para o pleno desenvolvimento e formação do Engenheiro.

Assim, a introdução de um novo laboratório deve levar em conta entre outras análises, principalmente as seguintes condições, mencionadas abaixo, que passam a ser preponderantes sobre as demais:

- Solicitação do MEC manifestada nas visitas de avaliação;
- Área disponível na Escola para implantação do Laboratório;
- Investimento compatível com o fluxo de caixa do período.

Com relação às solicitações do MEC feitas durante as visitas de avaliação, tais ponderações são sempre colocadas mais em função do conhecimento técnico do próprio avaliador do que pelas necessidades didáticas e acompanhamento atualizado do mercado de trabalho.

A área disponível para instalação de um novo laboratório também é fator fundamental para a viabilização do mesmo no contexto da Disciplina ao qual ele deve estar ligado, do curso correspondente e de outros Cursos da Universidade, devendo sempre ser privilegiado a implantação de laboratórios que contemplem o maior número de Cursos da Universidade. Por exemplo, se uma Universidade tiver de optar entre um Laboratório de Solos para a Engenharia Civil, um Laboratório de Motores para Engenharia Mecânica e um Laboratório de Ensaio de Materiais, que pode servir para ambos os Cursos, este último deve ser privilegiado com relação aos demais. Isto não significa que cada um não seja importante no seu Curso e também possa existir isoladamente desde que as condições sejam favoráveis para sua implantação.

Para pequenos espaços disponíveis na implantação de um laboratório foram desenvolvidos laboratórios miniaturizados, que simulam as características das bancadas de ensaios tradicionais, transmitindo os dados para um sistema computadorizado.

Chamamos de laboratórios miniaturizados, conjuntos que podem ser adquiridos no mercado e conseguem simular as condições reais em escalas reduzidas, as quais limitam sua utilização em

pesquisas mais abrangentes e científicas. A vantagem destes laboratórios está exatamente na economia de espaço e nas condições didáticas de funcionamento.

Tais laboratórios fogem completamente dos conceitos estipulados por AYAN (2001) tirando toda a interação entre a ciência, a pesquisa e a criatividade, não levando o aluno a criar a atmosfera real com a qual irá se defrontar na vida prática.

Outro fator importante que deve ser levado em consideração na montagem de um laboratório é o fluxo de investimento dos recursos financeiros disponíveis para um determinado Curso.

Esses investimentos estão sempre ligados às receitas do período, as quais oscilam conforme a demanda da procura de um determinado Curso. Por outro lado, a apresentação de números adequados de laboratórios, sua disponibilidade e apresentação ajudam na divulgação do curso e conseqüentemente em uma maior procura para determinada Área.

Muitas vezes, laboratórios menos expressivos em termos de investimentos, podem se tornar mais atraentes e didáticos para um determinado Curso, tudo dependendo dos resultados imediatos que tal laboratório pode trazer para as expectativas do aluno e a importância que o mesmo vislumbra para sua área de trabalho futura.

Por exemplo, um laboratório de processos de soldagem bem equipado, com todas as máquinas de processos utilizados na indústria metalúrgica comum requer um terço de investimento financeiro quando comparado com um laboratório básico de Sistemas Térmicos contendo um gerador de vapor, uma turbina a vapor e um sistema de ciclo frigorífico e aproximadamente um sexto de um laboratório de CIM – Computer Integrated Manufacture (Manufatura Integrada por Computador), conforme dados levantados durante os estudos de implantação desses laboratórios na Universidade mas, tem uma maior integração com os alunos, despertando maior participação de todos alunos de uma mesma turma.

Na montagem de um laboratório é importante definir a sua aplicação, para aquisição dos itens corretos que formam o conjunto dos elementos do Laboratório a disposição do corpo discente.

Os laboratórios atuais devem estar voltados para a aplicação didática nas disciplinas as quais estão ligadas e ainda servir de apoio para pesquisas de trabalhos, quer no âmbito de graduação, servindo de fontes de subsídios para os Trabalhos de Conclusão de Curso, quer para os Trabalhos de Pós Graduação tanto Stritu quanto Latu Sensu. Nesse caso específico, os laboratórios miniaturizados devem ser analisados com certo cuidado, dando-se preferência aos laboratórios de modelos tradicionais, que também podem, com pequenas modificações, admitir um sistema de aquisição de dados via computador.

Uma outra questão que pode otimizar a utilização de um laboratório, não o deixando restrito somente ao acompanhamento didático da disciplina, é torná-lo de livre acesso aos alunos fora do horário normal de aula. Isso pode ser estimulado com trabalhos de pesquisa, que exijam a consulta do laboratório pelo aluno.

Aumentando ainda mais essa otimização, o próprio laboratório deveria ser encarado como uma extensão da Biblioteca e, um exemplar de cada livro inerente ao assunto relacionado ao respectivo laboratório poderia permanecer no próprio laboratório, facilitando o entendimento do conteúdo do livro consultado e a visualização rápida na bancada, o que acontece com a maioria dos catálogos e manuais relacionados aos equipamentos do laboratório.

4. ESTUDO DE CASO: LABORATÓRIO DE USINAGEM

O intuito neste capítulo é mostrar como as dez estratégias de AYAN (2001) aparecem na prática em um laboratório utilizado no curso de engenharia mecânica.

O laboratório o qual nos reportaremos, é composto basicamente de cinco tornos mecânicos com os respectivos dispositivos e ferramentas, cinco fresadoras ferramenteiras também com os respectivos dispositivos e ferramentas, duas furadeiras de bancada com os respectivos dispositivos e ferramentas e três mesas de ajustagem com duas morças em cada, além do exposto o laboratório conta com uma extensa gama de ferramentas, chaves e dispositivos especiais comprados e fabricados ao longo da sua existência de modo a suprir a maioria dos trabalhos ali realizados. Além disso, tem-se como apoio um segundo laboratório com serra de fita horizontal, vertical e retífica plana e cilíndrica com os respectivos dispositivos e ferramentas. Toda esta estrutura é mantida por um conjunto de técnicos altamente capacitados.

Este laboratório é utilizado basicamente como apoio para as disciplinas de processos básicos de engenharia, técnicas mecânicas de usinagem, técnicas de produção e controle, máquinas ferramentas e trabalhos de graduação, dentro do curso de Engenharia Mecânica, dando suporte a outras disciplinas em diversos cursos. Genericamente, pode-se dizer que todas as disciplinas citadas desenvolvem o que chamaremos de “*projetos*”, que simplificarmente podem ser entendidos como a execução prática de um conjunto mecânico.

Uma vez que queremos mostrar a importância dos laboratórios no curso de engenharia, em especial Engenharia mecânica, abordaremos a seguir a relação entre a utilização do laboratório e as estratégias de criatividade de AYAN, mostrando que estes incentivam a curiosidade e a criatividade, remontando às definições de engenharia.

1 – Relacione-se com as pessoas – Este é um dos pontos fortes deste laboratório uma vez que os trabalhos realizados são em grande parte práticos, envolvendo diretamente a utilização das máquinas e tendo os alunos total liberdade de se movimentarem pelo ambiente do laboratório, a troca de informação e de experiências é alta e circula rápido, além disso, o contato com o professor e com os técnicos é muito grande o que incentiva perguntas, questionamentos e experimentos. Com relação ao ponto negativo citado, quantidade de alunos, na maioria das vezes o curso está bem dimensionado com relação à quantidade suportada pelo laboratório, porém no fim do semestre com o acúmulo de trabalho por parte dos alunos esta quantidade cresce dificultando o trabalho. Cabe ressaltar a rígida observação das normas de segurança independente do número de alunos no seu interior.

2 – Projete um ambiente enriquecedor – Esta é uma preocupação constante, tanto que são feitas limpezas e manutenções periódicas nas máquinas e ferramentas de forma a demonstrar que este é um ambiente organizado e que preza pela qualidade, além destas manutenções todo fim de semestre é feita uma manutenção mais pesada e a pintura do piso e suas marcações são refeitas, a pintura das bancadas são refeitas e quando necessário são feitos retoques de pintura nas paredes de forma que a aparência esteja impecável no início de cada semestre. A fim de colaborar com o conforto ambiental o laboratório possui uma boa iluminação e conta com ventiladores de teto. Também está disponível duas pias com produtos de higiene para lavar as mãos ao final da aula. De maneira geral este é um laboratório agradável de se trabalhar. Uma desvantagem é não ser possível ver o sol de seu interior.

3 – Saia do seu casulo viajando - Uma boa parte dos experimentos e projetos teóricos colocados em sala de aula são transformados em realidade neste laboratório. Os problemas de relacionamento com o mercado existem, mas semestre a semestre o aumento de visitas técnicas tem diminuído este problema, e com o aumento do número de monitores e de projetos realizados pela instituição tem-se iniciado o uso do laboratório para fins investigativos.

4- Seja contagiado por brincadeiras e bom humor – O ambiente do laboratório unido com a correta quantidade de alunos nas aulas, e com os projetos desenvolvidos tem incentivado o

relacionamento e por conseqüência o bom humor. Nota-se claramente que este é um ambiente descontraído e que permite o uso deste expediente para incentivar a criatividade.

Os itens de 5 a 10 com exceção do item 7 citado a seguir, todos relacionam o ambiente e suas variações com a criatividade e neste aspecto este laboratório se destaca pelo já exposto.

7 – Fique ligado na tecnologia – Com relação à tecnologia utilizada, pode-se dizer que é bastante atual em termos de ferramentas e máquinas o que mantém o aluno atualizado com relação ao mercado. Neste caso, não são utilizados recursos de computação o que facilita muito tratar o problema da obsolescência e de aquisição de novos equipamentos uma vez que estes têm uma vida razoavelmente longa.

5. CONCLUSÃO

Baseado nas definições de engenharia, nas técnicas de criatividade e na experiência reportada, pode-se dizer, que os laboratórios dentro do curso de Engenharia, em especial Engenharia Mecânica, tem um papel fundamental na formação do aluno uma vez que permite, possibilita e aprimora a capacidade de tornar real o teórico, de tornar viável o problema e de se adaptar às mais diversas condições que se apresentarão quando do exercício da profissão. Além disso, exercita o poder da diferenciação, essencial para se destacar no disputado mercado de trabalho dos dias de hoje.

Destacada a importância no curso de engenharia, as questões práticas para implantação e manutenção não podem ser esquecidas, questões como área disponível, custo e finalidade dos equipamentos, o compartilhamento com outros cursos e visibilidade obtida para o curso, que retorna em termos de *budget*.

Finalizando, colocamos a questão do uso deste ambiente não só para fins didáticos mas também para fins exploratórios, uma vez que um dos papéis da universidade é prover a inovação tecnológica por meio do incentivo à pesquisa, desta forma, exaltamos ainda mais a importância do laboratório dentro do curso de engenharia e salientamos a necessidade de maior atenção quanto a utilização dos recursos disponibilizados em termos de que tipo de equipamentos estão sendo adquiridos e que manutenção esta sendo realizada, já que por meio deste ambiente pode-se abrilhantar o ensino de engenharia, que por conseqüência alavanca a inovação tecnológica que impulsiona o país rumo ao desenvolvimento, proporcionando uma vida melhor a todos os seus habitantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYAN, Jordan – **AHA 10 maneiras de libertar seu espírito criativo e encontrar grandes idéias** – São Paulo, Negócio Editora - 2001

BANKS, Jeny – **Handbook of Simulation, principles, methodology, advances, application and practice** - USA, John Wiley and Sons - 1998

KIRK, Edward V. – **Introdução à Engenharia** – Rio de Janeiro, Livros Tecnicos e Científicos - 1979

MICHAELIS – **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa** – São Paulo, Companhia Melhoramentos – 1998

SOUZA, José Geraldo de – **Renovação Pedagógica no Ensino de Engenharia** – capturado em 10/5/2004 - <http://www.asee.org/international/INTERTECH2002/533.pdf> - 2002

DIDACTA ITALIA – Catálogos de Equipamentos de Laboratórios. Torino, Itália.

ARMFIELD INC. – Capture – Catálogo de Equipamentos de Laboratório. 5.a edição. Inglaterra.