

O aprendizado interdisciplinar através do desenvolvimento do produto: um estudo de caso envolvendo a área de fisioterapia

Paulo Gabriel Cayres (UNIARA) paulo.cayres@bol.com.br
Mário Vitor da Rocha Paulino (UNIARA) vitor.paulino@ig.com.br
Carlos Gonçalves Cerqueira (UNIARA) cgcerqueira@yahoo.com.br
José Luís Garcia Hermosilla (UNIARA) hermosilla@linkway.com.br
André Capaldo do Amaral (UNIARA) acamaral@uniara.com.br

Resumo

O presente artigo é uma pesquisa descritiva multidisciplinar e qualitativa baseada no estudo de caso envolvendo três áreas do conhecimento: engenharia de produção, fisioterapia e psicologia. O objetivo da pesquisa é analisar o ganho de conhecimento dos alunos, proporcionado por trabalhos multidisciplinares, com base no estudo de caso do desenvolvimento de um produto para a área de fisioterapia. O objeto de estudo foi o desenvolvimento de um elevador para piscina fisioterápica de uma clínica, que também atendia pacientes do Sistema Único de Saúde – SUS, indisponível pelo seu alto custo de aquisição. As etapas que se seguiram envolveram a metodologia padrão de desenvolvimento de produtos, desde a pesquisa de mercado (benchmarking) até sua concepção final e exigiu do grupo, análise multidisciplinar considerando os fatores normais da área de engenharia e os das áreas correlatas como fisioterapia e psicologia. O resultado final representado pelo próprio produto em si mostrou-se ser extremamente motivador, pois além da função social que o produto cumpriu, exigiu um contato freqüente do grupo com professores e profissionais das diversas áreas envolvidas, para a realização do projeto por completo, expondo as fragilidades do ganho normal de conhecimento proporcionado pelo método predominantemente expositivo.

Palavras chave: ensino, desenvolvimento de produto, interdisciplinaridade.

1. Introdução

É crescente, no mundo todo, a aplicação de projetos multidisciplinares unindo engenharias e áreas de saúde, no que diz respeito ao desenvolvimento de produtos, visando cada vez mais o tratamento de diversas patologias de forma mais ágil e eficaz. Tais interdisciplinaridades aumentam em importância nos cursos de graduação sendo considerados por ADDOR (2004) de grande contribuição para a formação em particular do engenheiro, no que se refere ao desenvolvimento de competências de inteligência, análise, síntese, comunicação, cidadania e relacionamento humano.

Um das áreas multidisciplinares mais tradicionais é a da bioengenharia, destacada muito em função dos trabalhos com o desenvolvimento de implantes metálicos e não metálicos.

No desenvolvimento do produto elevador para piscina fisioterápica, devido a sua aplicação a pessoas com limitações físicas, o fator ergonômico é primordial em todas as fases, uma vez que um componente mal dimensionado poderia provocar nos pacientes resultados adversos ao que se espera de um tratamento fisioterápico.

No entanto, as informações necessárias ao perfeito desenvolvimento do referido produto, exigem fontes diferentes daquelas tradicionalmente utilizadas pela área de engenharia de produto, como psicologia e fisioterapia, uma vez que sua utilização é específica.

A pesquisa descritiva qualitativa envolvendo um grupo de alunos do curso de engenharia de produção, tem como objetivo descrever o ganho de conhecimento adquirido pelos seus componentes, através das diversas etapas de um projeto de desenvolvimento do produto, que tem como interface as áreas de psicologia e fisioterapia.

Como evidencia o trabalho de Beith apud Castro (2003), quando trata da área médica, a ergonomia se constitui em disciplina-chave para o planejamento eficiente do sistema no que tange a interface homem máquina e em especial ao erro humano, no entanto é imprescindível a troca de informações entre as áreas envolvidas, uma vez que as particularidades do produto deverão respeitar as especificidades da área destino.

Esta característica interdisciplinar que passa a ser cada vez mais exigida do egresso, em função de suas atividades profissionais, e, por conseguinte exigido também do aluno, é reflexo de um sistema produtivo que tem se desenvolvido de igual forma. Atualmente, o conhecimento necessário para se entender e administrar os processos produtivos, não são os mesmos daqueles de 20 anos atrás, devido em grande parte a mobilidade das organizações além fronteiras e de sua miscigenação dentro da cadeia produtiva constituindo-se em um sistema único com indicadores de desempenho abrangentes e inter-relacionados.

As transformações sofridas pela ergonomia ao longo dos últimos 55 anos, ilustram de igual forma este vetor multidisciplinar da área. Segundo Iida (1990), o desenvolvimento da área de ergonomia passou por três fases distintas, onde sua abrangência e também seu grau de complexidade aumentaram proporcionalmente. Na primeira etapa de desenvolvimento da ergonomia, no período pós-segunda guerra, a atuação dos especialistas da área se restringia a aspectos pontuais do produto, mais especificamente ao dimensionamento de botões em painéis de aeronaves, sendo estes técnicos acionados somente nestas etapas de dimensionamento. Na segunda e subsequente fase evolutiva da ergonomia, por volta da década de 60, a atuação dos profissionais da área foi estendida ao produto como um todo, porém sem uma visão sistêmica do processo em geral, característica esta que só veio a aparecer a partir da década de 70, quando a ergonomia começou a avaliar não somente os aspectos do produto em si, mas de que forma o trabalho poderia ser adaptado ao homem e quais seriam realmente as características que estes (homens) exigiriam.

É natural imaginar que no decorrer deste processo evolutivo, outros fatores passaram a fazer parte do processo de análise e de tomada de decisão dos profissionais da área, seja pelo avanço tecnológico das áreas em si, elucidando situações antes desconhecidas, seja pelo avanço das fronteiras da área de ergonomia, as quais não guardam uma delimitação clara com as das outras áreas, em função de sua interdisciplinaridade. Este processo evolutivo não foi um privilégio apenas da ergonomia; dentro da engenharia, outras áreas tiveram trajetórias semelhantes como, por exemplo, a qualidade e os recursos humanos (FAESARELLA, 1990; SHIBA, 2001; BROCKA, 1990; BELHOT, 1997; CRAWFORD, 1994).

Porém a estrutura padrão vigente da transferência do conhecimento e do ensino, está mais voltada a preparar o indivíduo para resolver qualquer tipo de problema, desconsiderando sua atividade coletiva de crescimento mútuo com os diferentes valores e modos de análise que certamente experimentará. Desde o início da década de 1990, Senge (1990) já alertava para a necessidade de aprender de forma multidimensional, contrapondo a atual sistemática reproduzida pela academia e confirmada pelas organizações.

A pesquisa em questão busca explicitar o ganho de conhecimento proporcionado aos envolvidos quando do desenvolvimento de um produto fisioterápico, dentro da grade curricular do curso de engenharia de produção. O objetivo específico do grupo de alunos foi o desenvolvimento do produto elevador para piscina fisioterápica, atividade esta que demandou forte interação com outras áreas principalmente fisioterapia e psicologia.

No decorrer da descrição do caso, serão representadas de forma sistemática as diversas situações com as quais os pesquisadores discentes se depararam e as alternativas sugeridas, bem como sua respectiva área do conhecimento.

2. A interdisciplinaridade e o contexto da engenharia de produção

Assim como as áreas já relacionadas anteriormente como qualidade, recursos humanos, dentre outras, a ergonomia também sofreu os reflexos do desenvolvimento econômico e social ditado em grande parte pelos países desenvolvidos. A evolução das áreas de atuação dos profissionais como engenheiros, administradores, etc, têm contemplado a inserção de novos elementos no sistema de análise e tomada de decisões, uma vez que o processo de globalização tem elevado o grau de complexidade do sistema.

Os processos produtivos que antes se restringiam as unidades fabris, atualmente são vistas e analisadas dentro de um contexto muito mais amplo e dinâmico das cadeias de suprimentos, confrontando os métodos administrativos vigentes, chamados por Fleury (2000) de gerenciamento por silos, com outros de maior abrangência.

Com relação aos aspectos sócio-econômicos que levaram a estas reestruturações, Crawford (1994) classifica em quatro os tipos de sociedade: num primeiro momento o homem preocupava-se com sua sobrevivência fazendo uso dos recursos naturais de que dispunha; o momento seguinte dá-se com a produção agrícola, baseada na propriedade dos recursos e na livre iniciativa; este contexto se modifica com a passagem da economia agrícola para a industrial e a mudança da propriedade para os detentores do capital, panorama este que está sendo substituído pela valorização do conhecimento como é o caso das empresas de informática e telecomunicações atualmente.

Nota-se neste panorama o aumento das fronteiras organizacionais e com elas o grau de complexidade dos processos. Esta característica organizacional tem exigido profissionais de grande adaptabilidade e visão divergente, capazes de questionar o *modus operandi* vigente criando um ambiente propício para o crescimento não só organizacional como também humano, conforme Senge (1990). Este é um dos grandes desafios das instituições de ensino superior, qual seja, uma formação muito mais integrada, dinâmica e interdisciplinar.

No desenvolvimento do trabalho de pesquisa em questão, pode-se identificar de forma clara os principais obstáculos tanto teóricos quanto práticos, com os quais a equipe se deparou e as alternativas desenvolvidas.

3. Estudo de caso

No estudo de caso, o estabelecimento de metas e prazos não é uma ação de fácil execução, uma vez que exige interação com áreas diversas com especificidades próprias, reforçando ainda mais a característica interdisciplinar do projeto em estudo.

Assim sendo, o processo de projeto envolve, na sua realização, muitos conhecimentos, tornando-o multidisciplinar, com características singulares e de difícil mensuração. Desta forma, um sistema de avaliação de desempenho a ele aplicado, deve considerar o ponto de vista de cada área envolvida, além de relacioná-las, conforme afirma PERES (2003).

A escolha pelo desenvolvimento de um elevador para piscina fisioterápica teve como base um estudo preliminar em conjunto com a área de fisioterapia, conforme tabela que se segue:

O quadro a seguir aponta as patologias mais indicadas com sua estimativa de uso do aplicativo (elevador para piscina terapêutica) conforme dados levantados pela coordenação da própria clínica de fisioterapia, em uma pesquisa realizada durante os meses novembro e dezembro 2004, no município.

Patologias e / ou procedimentos clínicos-cirúrgicos	Numero de pacientes / procedimentos mês atuais
<ul style="list-style-type: none"> • Fraturas, entorses, luxações e amputações relacionadas aos membros inferiores em fase inicial de reabilitação; • Desordens traumáticas e ortopédicas da coluna vertebral. 	15 / 40
<ul style="list-style-type: none"> • Acidentes vasculares encefálico (AVE); • Trauma raqui-redular (TRM); • Paralisia cerebral; • Distrofia muscular progressiva. 	18 / 36
<ul style="list-style-type: none"> • Atroplastia do quadril e joelho; • Amputação relacionada a membros inferiores; • Artroses de quadril, joelho e coluna vertebral. 	10 / 30
<ul style="list-style-type: none"> • Artrite reumatoide; • Polineuropatia diabética. 	3 / 9
Total	46 / 115

Fonte: Clínica de Fisioterapia da Instituição de Ensino Superior do projeto

Quadro 1 – Patologias mais indicadas versus frequência

Análise comparativa da disponibilidade dos recursos para a reabilitação física entre os municípios de Araraquara e Ribeirão Preto com dados estratificados do IBGE 2002, mostram um potencial grande de crescimento para a cidade de Araraquara.

O objetivo da pesquisa com dados do IBGE é comparar quantitativamente o número de instalações de reabilitação e manutenção de vidas entre municípios, para justificar um possível aumento da demanda para esses meios.

Município: Araraquara SP	População: 194401 habitantes
Estabelecimentos de Saúde de apoio a diagnose e terapia ano base: 2002	26 estabelecimentos
Públicos	03 estabelecimentos
Privados	23 estabelecimentos
Equipamento para manutenção de vida	246 equipamentos

Fonte: IBGE 2002

Quadro 2 – Dados sobre estabelecimentos de saúde no município de Araraquara/SP 2002

Município: Ribeirão Preto SP	População: 542912 habitantes
Estabelecimentos de Saúde de apoio a diagnose e terapia ano base: 2002	46 estabelecimentos
Públicos	02 estabelecimentos
Privados	44estabelecimentos
Equipamento para manutenção de vida	2094 equipamentos

Fonte: IBGE 2002

Quadro 3 – Dados sobre estabelecimentos de saúde no município de Ribeirão Preto/SP 2002

Procedendo aos cálculos para análise do potencial de crescimento na oferta do item equipamento para a manutenção de vida, no qual o elevador estaria envolvido, tem-se que Araraquara poderia expandir a quantidade de equipamentos ofertados para 750 unidades em

relação ao município de Ribeirão Preto, considerada referência no estudo em função de sua tradição na área de saúde.

Pesquisas realizadas pela internet mostraram vários tipos de equipamentos com o mesmo objetivo, na sua maioria aplicado no exterior, porém é visível o desconforto dos pacientes no uso dos mesmos, quadro 01, fig 01 e 02. No entanto um dos equipamentos se mostrou ser interessante do ponto de vista conceitual, fig. 03, no entanto seu acionamento manual poderia trazer desconfortos e lesões ao operador.



Fig. 1- Equipamento hidráulico



Fig. 2 – Guincho Hidráulico (tipóide)



Fig. 3 – Modelo conceitual proposto

Optou-se então em otimizar este equipamento empregando as informações do terceiro *brainstorming*. O objetivo não é apenas fazer o produto uma cópia da figura, mas sim concebê-lo com melhorias ergonômicas, de segurança e de operacionalização. Dessa forma foi utilizado a ferramenta *FEMEA*, conforme Tabela 1. Pode-se citar que a principal melhoria foi a adoção de um motor elétrico para facilitar seu uso pelo fisioterapeuta.

Na descrição do caso, em função de sua natureza multidisciplinar, serão evidenciados na forma de tabela para efeito de melhor visualização, somente os principais pontos do

desenvolvimento do produto e suas dificuldades relacionadas, considerando os maior impacto no que diz respeito ao ganho de conhecimento pelo grupo.

A tabela a seguir, foi desenvolvida com base na análise de risco oferecida pelos possíveis eventos levantados no projeto, com o intuito de minimizá-los ou até mesmo eliminá-los. Nesta análise foram consideradas as falhas que poderiam ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes do projeto.

Risco	Descrição	Problemas Resultantes	Ações Aplicadas
Vibrações excessivas	As fixações elétricas e outras partes podem desprender.	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões; • Eletrocutamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitetura robusta a fixação no solo.
Falta de energia Elétrica	Pode ser geradas por queda na rede (apagão) ou sobrecargas.	<ul style="list-style-type: none"> • Parada do motor durante o funcionamento; • Dificuldade de escoamento emergencial das pessoas em atividade aquática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desacoplamento do motor para manuseio manual – acionamento por giro de manivela; • Sistema <i>Override</i> que possibilite a remoção do paciente manualmente. • Iluminação emergencial no equipamento
Condutividade elétrica	Risco gerado pela condutividade dos materiais utilizados na estrutura.	<ul style="list-style-type: none"> • Eletrocutamento por contato superficiais; • Transferência de corrente elétrica para água da piscina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de materiais com rigidez dielétrica nos elos de contato; • Aplicação de sistema de disjunção por detecção a escape de corrente para estrutura – sistema que rompe a alimentação elétrica antes do coração começar a fibremelar.
Desatenção do operador	Pode ocorrer da pessoa que estiver operando desmaiar ou desviar sua atenção do manuseio de transferência.	<ul style="list-style-type: none"> • O movimento de descida pode ser feito fora de seu curso; • O nível da água pode chegar a vias aéreas da pessoa e sufoca-la. 	<ul style="list-style-type: none"> • Micros de fim de curso – acionamento apenas em posição do curso; • Motor com freio, stop imediato com a retirada do dedo do botão de acionamento.
Contaminação da Água	A adoção de materiais não específicos podem gerar contaminação da água.	<ul style="list-style-type: none"> • Condições infecciosas por liberação de óxidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parte móvel que ficara submersa com intermitência uso estrutura aço inoxidável, aceto material polimérico; • Parte fixa estrutura externa pintura especial anticorrosiva.
Ferimento da pele	Superfícies com arestas cortantes podem gerar acidentes nas pessoas utilitárias.	<ul style="list-style-type: none"> • Ferimento; • Contaminação da água (HIV e hepatite) por exposição a patógenos sanguíneos 	<ul style="list-style-type: none"> • Superfícies externas com acabamento arredondado.
Queda do paciente	Durante a deambulação do paciente neurologicamente debilitado a possibilidade de haver queda dentro ou fora da piscina terapêutica.	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões agravantes; 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura que possibilite sustentação e segurança ao paciente. • Cálculo da razão de subida/descida que garantam segurança e confiabilidade ao paciente. • Cadeira do equipamento com eixo que permite a locomoção até piso da borda da piscina.

Tabela 01. Aplicação da ferramenta *FEMEA*.

A concepção gráfica do produto ocorreu por meios de software como o *SolidWork*, onde o dinamismo para realizar modificações é ágil além de ser de melhor visualização dos componentes do produto facilitando o processo de orçamento e a escolha dos processos de fabricação, conforme figura a seguir:

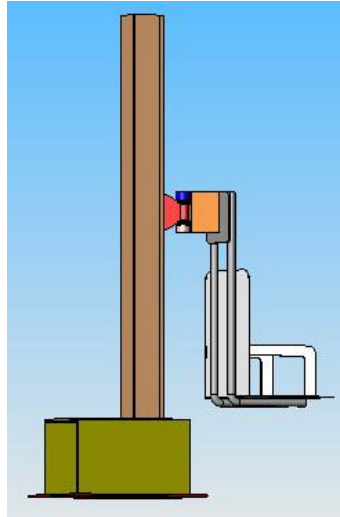


Figura 4 – Modelo conceitual proposto

4. Considerações finais

Além dos benefícios diretos advindos do projeto em si, tanto para a clínica quanto para seus pacientes e indiretamente a sociedade, o estudo demonstra acima de tudo o potencial de desenvolvimento profissional dos alunos envolvidos, juntamente com o aumento concomitante do grau de criticidade adquirido através de uma visão sistêmica e interdisciplinar.

O grupo de pesquisa discente, agregou conhecimento das mais variadas áreas, com base nas dificuldades encontradas no decorrer do desenvolvimento no entanto de forma mais intensa com a interação com os profissionais das áreas correlatas, na busca por melhores soluções aos problemas evidenciados pelos usuários diretos (pacientes) e indiretos (fisioterapeutas).

Desta forma, solidifica-se uma sistemática consistente de ganho de conhecimento por parte da universidade, contribuindo para a formação de um profissional com maior potencial de adaptação ao meio, além do papel institucional de responsabilidade social, uma vez que conseguiu reverter à sociedade na forma de produto, um equipamento de elevado custo de aquisição e que desta forma cerceava parcela da população que necessitaria de tal recurso no tratamento de sua patologia.

A experiência acadêmica fomentada pela universidade e integrada tanto a sociedade civil quanto às demais áreas do conhecimento, é um desafio para a maioria das instituições, no entanto uma característica que se faz necessária frente às exigências do mercado globalizado e de uma sociedade que vem se mobilizando para os problemas sociais e ambientais.

5. Referências

ADDOR, F. (2004) – Disciplina “gestão de projetos solidários”: resultado de uma experiência exitosa. In: *Anais XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, Florianópolis.

BELHOT, R. V. (1997) - *Reflexões e propostas sobre “ensinar engenharia” para o século XXI*. São Carlos. 113 p. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,

- BROCKA, B. & BROCKA, M.S. (1994) - Gerenciamento da qualidade. São Paulo: Makron Books.
- CARDELLA, B. (1999) – Segurança no trabalho e prevenção de acidentes : uma abordagem holística : segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas – São Paulo : Atlas.
- CASTRO, C.A.F.V.; GOMES, J.O. & VIDAL, M.C.R. (2003) – Questões relevantes para a ergonomia na usabilidade de sistemas de telemedicina. In: *Anais XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, Ouro Preto.
- CRAWFORD, R. (1994) *Na era do capital humano*. SP: Ed. Atlas
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. (2000) – Ergonomia prática ; tradução Itiro Iida – 2ª impressão - São Paulo : Edgard Blücher.
- FAESARELLA, I.; CARPINETI, F.C. & SACOMANO, J.B. (1998) - *Gestão da Qualidade : conceitos e ferramentas* . São Carlos, EESC – USP.
- FLEURY, F.; WALKE, P. & FIGUEIREDO, K. F. (2000) - *Logística Empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo, Atlas.
- JURAN, J. M. (2001) – A qualidade desde o projeto : novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços ; tradução Nivaldo Montingelli Jr. – 3ª impressão – 1ª edição de 1992 - São Paulo : Pioneira Thomson Learning.
- IIDA, I. (2000) – *Ergonomia : projeto e produção* – 6ª reimpressão, 1990 – São Paulo – Edgard Blücher.
- SENGE, P. (1990) - *A Quinta Disciplina*. 5ª ed. São Paulo: Círculo do Livro.
- SHIBA, S. ; GRAHAM, A.; WALDEN, D. (1997) - *TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade*. Porto alegre: Artes Médicas.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. (2002) – Administração da produção ; tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher ; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. - 2ª ed. – São Paulo : Atlas.
- PEREZ, R. L.; OGLIARI, A.; BACK, N. (2003) – Sistema de medição de desempenho aplicado nos processo de projeto (SIMDAP). Artigo publicado no 4º Congresso Brasileiro de Gestão em Desenvolvimento de Produtos (CBGDP), Gramado.