



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

AVALIAÇÃO DE UMA DISCIPLINA DA GRADUAÇÃO DA ENGENHARIA MECÂNICA NA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP APLICANDO A METODOLOGIA QFD AO ENSINO

José M. Díaz Jurado – maurijurado@yahoo.com.br

Departamento de Engenharia Mecânica - Escola Politécnica da USP

Av. Prof. Mello Moraes, 2231

05508-900 – São Paulo/SP

Marcelo A. Leal Alves – malalves@usp.br

***Resumo:** O trabalho pretende demonstrar a possibilidade e eficácia na avaliação da qualidade do ensino usando a ferramenta da engenharia, “Quality Function Deployment”(QFD), visando fornecer subsídios para projetos de renovação da instituição e/ou seu planejamento. O caso de estudo desta adaptação será numa disciplina do curso de engenharia mecânica, da área de projetos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde é verificada a potencialidade da ferramenta aplicada ao ensino como atividade de serviços. Estes resultados permitem conhecer melhor onde se deve investir para melhorar a qualidade geral da disciplina.*

***Palavras-Chave:** QFD, Qualidade, Ensino superior, Graduação*

1. OBJETIVO

O objetivo é demonstrar possibilidade e eficácia na avaliação da qualidade do ensino usando a ferramenta da engenharia, “Quality Function Deployment”(QFD). A avaliação de uma disciplina chamada “PME 2421 – ELEMENTOS DE MÁQUINAS”, pertencente ao programa de engenharia mecânica na Escola Politécnica da USP, foi feita como teste e estudo de caso.

2. INTRODUÇÃO

O QFD surge no Japão ao final dos anos 60, quando a indústria deste país passou a ser muito competitiva no cenário internacional. O QFD nasce neste ambiente como um método ou conceito para o desenvolvimento de novos produtos com o Controle Total da Qualidade (TQM). A introdução do QFD nos EUA e na Europa foi posterior, nos anos oitenta, como uma ferramenta obtida dos processos das indústrias japonesas e logo aperfeiçoada e aplicada novamente, gerando melhorias na qualidade dos processos e serviços.

O QFD sempre foi aplicado à área de processos e logo à de serviços, das indústrias que procuram melhorias ou a inovação de um produto. Mas, a primeira vez que se tentou falar de QFD na Educação foi no início dos anos 90, e baseados nesses trabalhos anteriores, H. Brian Hwarng e Cynthia Teo classificaram essas aplicações dentro de três categorias.

A primeira com foco na utilização do QFD para melhorar a eficácia docente e a satisfação do cliente (Clayton, 1993; Jaraiedi e Ritz, 1994; Lam e Zhao, 1998; Montwani 1996; Pitman, 1995).

A segunda categoria foi dedicada ao projeto de engenharia da educação e aos planos curriculares usando os princípios de TQM e QFD (Benjamin e Pattanapanchai, 1993; Chang e Ku, 1995; Koksai e Egitman, 1998; Krishnan e Houshmand, 1993; Owlia e Aspinwall, 1998; Rosenkrantz, 1996; Seow e Moody, 1996).

A terceira aplicação do QFD deu-se nas estratégias da direção da investigação ou pesquisa. Nesta terceira etapa se trata como cliente o estudante, a universidade e a indústria.

3. DEFINIÇÕES

Falar de avaliação da qualidade nas instituições de ensino superior, visando gerar subsídios para melhorar a educação como um todo, leva a muitos desafios e isso acontece por diferentes motivos tais como: o “produto” (ensino/educação) será usado pelo aluno por tempo indeterminado; os objetivos, tanto dos alunos quanto das instituições de ensino, nem sempre estão claramente definidos; os parâmetros de mensuração muitas vezes são subjetivos e de difícil quantificação; os resultados podem não ser imediatos e os alunos têm um perfil bastante variado e não bem definido. Ademais, não é comum a presença de organismos que certifiquem a qualidade na educação.

Então surge o problema, o que fazer e com que ferramentas será possível ter uma educação superior de qualidade e como será o processo de implementação para pô-la em prática?

O trabalho dá uma resposta simples, que é usar uma ferramenta da engenharia, de total êxito nas áreas de processos e serviços, chamada *Quality Function Deployment*. Mas, para isto, o ensino será considerado como uma atividade de serviços só com fins de pesquisa.

4. MATRIZ QFD

Para trabalhar com a metodologia do QFD, precisaremos da matriz da Qualidade, e a matriz pode ser montada a partir de raciocínio ou da sistemática de desenvolvimento da dimensão da qualidade que requer que o fornecedor estabeleça as dimensões da qualidade do serviço, ou da voz do cliente ou sistemática dos incidentes críticos. E para trabalhar com qualquer destas duas sistemáticas, primeiramente é preciso identificar quem serão os clientes.

5. CLIENTE NO ENSINO

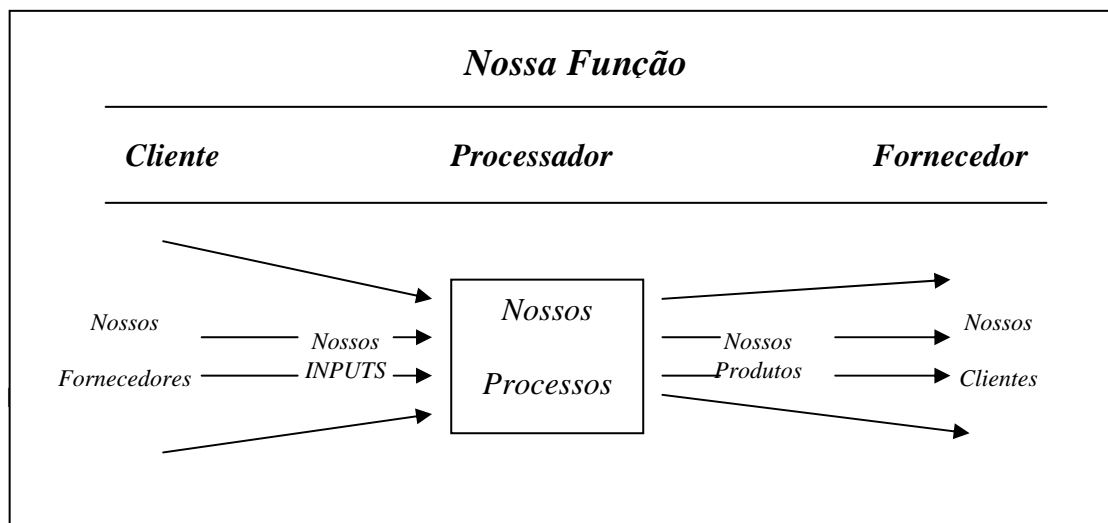
Tendo em consideração o tratamento do ensino como uma atividade de serviços o primeiro passo é identificar e determinar quem são os clientes, para a posterior identificação das necessidades dos mesmos. Este passo proporcionará a direção para iniciativas de melhoria.

Identificar os estudantes como clientes primários, e se esforçar para determinar suas necessidades genuínas, é importante para o desenvolvimento de programas com qualidade na educação. Alguns autores, citados por Hwarng e Teo (2000), acreditam que, de uma forma geral, em educação (pública ou privada), os empregadores são os verdadeiros clientes e que os estudantes são o produto do sistema educativo. Já outros, ainda segundo Hwarng e Teo (2000), argumentam que o governo é também parte dos clientes uma vez que proporciona os fundos para a educação, ou para os pais, que financiam a educação de seus filhos.

Uma maneira conveniente e completa para conhecer os clientes da educação é usar o conceito tríplice de Juran, (Hwarng e Teo, 2000, Juran, 1982). Onde, o cliente representa o grupo de *stakeholder* que adquire diferentes tipos de entrada para produzir seus produtos. Então é o cliente

quem proporciona a entrada. O processador representa o grupo de *stakeholders* que processa essas entradas para produzir seus produtos. Então é o processador dos produtos. O fornecedor representa o grupo de *stakeholders* que fornece seus produtos a seus clientes. A figura 1 ilustra o exemplo da função tríplice de Juran destas entidades da educação.

Figura 1 Função Tríplice de Juran



A Tabela 1 ilustra o conceito tríplice, ao facilitar a identificação dos vários clientes no contexto educacional, o professor, o aluno, os pais e a indústria / sociedade (grupos de stakeholders). Esses clientes ao mesmo tempo desempenham funções de processador e fornecedor.

Tabela 1. Exemplo da função tríplice de cliente, processador e fornecedor.

Função Tríplice do	Cliente	Processador	Fornecedor
Professor	Recebe alunos dos cursos prévios	Ensina disciplinas; faz pesquisa.	Fornecer estudantes para cursos posteriores
Aluno	Recebe educação.	Aprende nas disciplinas	Fornecer força de trabalho para a indústria
Pais	Filhos com educação	Ensinam a moral; Corrigem atitudes de aprendizagem.	Fornecer estudantes para as universidades; Fornecer suporte financeiro.
Indústria/Sociedade	Recebe a força de trabalho educada; recebe resultados em pesquisa.	Contratam graduados; oferecem treinamento na indústria.	Fornecer à sociedade bens e serviços

6. METODOLOGIA

A matriz da Qualidade é montada de duas formas, a primeira a partir da voz do cliente (Exigências do Mercado, obtida de enquête, convertida para a Qualidade Exigida e a partir destas obtém-se os Elementos da Qualidade), ou pelo método de extração através do raciocínio que indaga o que seria o elemento que compõe uma qualidade. Neste presente exemplo optou-se pela segunda delas.

As etapas na elaboração da Tabela foram:

A. As necessidades dos alunos, junto dos índices de importância: Estas necessidades foram determinadas em conjunto com o grupo de professores da área. Conseguiu-se dividir estas necessidades em cinco grupos prioritários que os apresentamos a continuação.

Em Infra-estrutura foram deduzidas as seguintes necessidades: A localização e o acesso à escola, o conforto térmico das salas de aula, a acústica das salas de aula, a presença de insetos como parte do conforto, o conforto visual como cores e iluminação das salas de aula, o conforto das cadeiras e mesas das salas.

Em Estrutura da disciplina, o fornecimento de informações a respeito dos objetivos do Programa, grau de conhecimento prévio que o aluno deve ter para acompanhar o programa, fornecimento de informações de pré-requisito para acompanhar o programa, extensão (número de tópicos) da disciplina, número de horas por disciplina, frequência semanal de aulas por disciplina, conveniência dos horários de início e término das aulas, grau de profundidade dos tópicos abordados nas disciplinas, integração entre as disciplinas do programa, tamanho das turmas (quantidade de alunos por sala por disciplina).

No grupo Professor da disciplina, o respeito mútuo entre professores e alunos, pontualidade e assiduidade dos professores, aproveitamento por parte do docente do tempo, preparação pelo professor das aulas, recursos tecnológicos utilizados pelos professores nas disciplinas, facilidade de comunicação por parte dos professores, acessibilidade ao professor fora da sala de aula, material bibliográfico disponibilizado pelo professor.

No grupo de Apoio, acesso à informação das disciplinas (horários, ciclo de realização), acesso à biblioteca, eficiência da secretaria de uma forma geral.

No grupo do método de avaliação: O critério de avaliação exige do aluno aquilo que ele precisa saber, nível das avaliações é compatível com o nível do conteúdo ministrado, critério de correção das avaliações é rigoroso, prazo de entrega do resultado das avaliações é cumprido.

Conforme apresentado no trabalho de Kaminski et all. (2004) as notas com que se avaliaram a Importância e Satisfação foram de 1 a 6, onde a nota máxima representa grande importância ou satisfação. Os valores apresentados na tabela foram obtidos por média aritmética das respostas dos diferentes entrevistados.

B. Determinação dos níveis de Satisfação: É o valor que tem cada necessidade do cliente dentro dos cinco grupos que temos, neste item se pensou perguntar aos alunos da disciplina em andamento, mas isso poderia levar a expectativas e visões distorcidas a respeito da disciplina, e tentar perguntar aos ex-alunos era muito complicado, pois são poucas turmas delas e sua localização era difícil de conseguir.

C. Determinação dos processos envolvidos: Por meio de uma análise com o atual professor da disciplina foram obtidos os processos envolvidos na mesma. Estes processos são: Alocação do dia da semana da disciplina, alocação de docentes (se houver mais de um), organização do calendário, divulgação de informações aos alunos, matrícula, preparação da disciplina pelo docente, ministração da disciplina pelo docente, processo de avaliação do aluno, manutenção de equipamentos e instalações. Todos eles podem ser observados na matriz da qualidade.

D. Definição das correlações entre as necessidades do cliente e os processos da disciplina: É o corpo da matriz e tem a função de inter-relacionar as necessidades com os processos ou também entre as qualidades exigidas e os elementos da qualidade. Para isso se consideram valores de 1, 3 ou 5 (sendo 1 correlação possível; 3 há correlação e 5 correlação forte) (Ohfujii, Ono e Akao, 1997), e onde não exista nenhum tipo de relação simplesmente não se colocam nada ficando em branco o respectivo campo. Nesta área tem-se que raciocinar cuidadosamente, pois dela dependeram alguns critérios de desempenho e situações das quais é possível obter melhora dos mesmos.

E. Montagem da Matriz Qualidade: Os conceitos antes mencionados têm um determinado lugar na matriz qualidade, assim, por exemplo, as linhas representam as necessidades do cliente e as colunas os índices de importância, os índices de satisfação e os processos da disciplina. E o corpo da matriz é preenchido pelos índices de relacionamento.

F. Cálculo da Taxa de melhoria: Para cada necessidade ou qualidade exigida pelo cliente a adaptação vai calcular a sua taxa de melhoria que vem a ser a diferença entre o índice de importância e satisfação, dividida pelo índice de satisfação, em outras palavras este valor quer dizer, quanto o índice de satisfação deve ser alterado para se chegar à condição ideal de índice de importância e satisfação serem iguais. Não obstante podem sair taxas negativas e isso quer dizer que as necessidades são bem atendidas, mas de pouca importância para o aluno.

Quadro A - Matriz da Qualidade

	Importancia	Satisfacao	Alocacao do dia da semana da disciplina	Alocacao de docentes (se houver mais de um)	Organizacao do calendario	Divulgacao de Informacoes aos alunos	Matricula	Preparacao da disciplina pelo docente	Ministracao da disciplina pelo docente	Processo de avaliacao do aluno	Manutencao de equipamentos e instalaçoes	Taxa de melhoria(%)
InfraEstrutura												
A localização e o acesso à POLI	3,3	5,3	1									-37,7
O conforto térmico das salas de aula	4,5	2,6									3	73,1
A acústica das salas de aula	4,1	3,8									3	7,9
O conforto com relação à presença de insetos	4,5	3,5									3	28,6
O conforto visual (iluminação, cores de paredes) das salas	4,9	3,3									3	48,5
O conforto das cadeiras e mesas	5,6	2,2	1								3	154,5
Estrutura do Curso												
Fornecimento de informações a respeito dos objetivos do Programa	5,9	4,1			3	5		3	1			43,9
Grau de conhecimento prévio que o aluno deve ter para acompanhar o programa	4,6	4,1						5	3	3		12,2
Fornecimento de informações de pré-requisito para acompanhar o programa	4,6	4,3			3	3	1	1	1			7,0
A extensão (núm.tópicos) da disciplina	4,4	4,1		5	5			3	3			7,3
O número de horas por disciplina	3,8	4,5	1	5	5							-15,6
Frequência semanal de aulas por disciplina	4	5,1	3	5	5							-21,6
Conveniência dos horários de início e término das aulas	4,8	4,7		3	3							2,1
O grau de profundidade dos tópicos abordados nas disciplinas	5,1	3,9			1			5	5	5		30,8
A integração entre as disciplinas do programa	5,7	4,3		1	1			5	3			32,6
O tamanho das turmas (quantidade de alunos por sala por disciplina)	5	3,2	3	3			5	3	1	1	1	56,3
Professor(es) da disciplina												
O respeito mútuo entre professores e alunos	5,5	4,5						1	5			22,2
Pontualidade e assiduidade dos professores	5,6	5,4	3	3				1	3			3,7
O aproveitamento por parte do docente do tempo	5,3	4,6						5	5			15,2
A preparação pelo professor das aulas	5,8	4,6				5		5	5			26,1
Os recursos tecnológicos utilizados pelos professores nas disciplinas	5,1	4,2						3	3		3	21,4
Facilidade de comunicação por parte dos professores	5,6	5,2						5	5			7,7
A acessibilidade ao professor fora da sala de aula	5,1	5,1	5	3				1	3			0,0
O material bibliográfico disponibilizado pelo professor	4,8	4,5		1		5	1	5	1	1		6,7
Apoio												
A acesso a informação das disciplinas (horários, ciclo de realização)	4,3	5,5				5	1					-21,8
Acesso à biblioteca	5,3	4,3	5								3	23,3
A eficiência da secretaria de uma forma geral	4,9	4,9			5		3				3	0,0
Avaliações												
O método de avaliação, de uma forma geral	5,4	4,2		1					3	5		28,6
O critério de avaliação exige do aluno aquilo que ele precisa saber	5,1	5,1								5		0,0
O nível das avaliações é compatível com o nível do conteúdo ministrado	5,5	4,7						1	3	5		17,0
O critério de correção das avaliações é rigoroso	4	5,3						1	3	5		-24,5
O prazo de entrega do resultado das avaliações é cumprido	4,1	5,2				3				5		-21,2

G. Cálculo dos índices de desempenho: Tanto o desempenho atual e desempenho relativo podem ser calculados a partir dos valores que compõem a matriz, para isto é preciso multiplicar os valores de importância e satisfação das necessidades pelos índices de relacionamento, e se soma os valores das colunas ou também chamados processos ou elementos da qualidade. Ao utilizar os índices de importância se obtém o desempenho esperado, e ao utilizar o índice de satisfação o desempenho atual. A razão entre eles é o desempenho relativo. Tudo isto traduzido quer dizer, o que o aluno gostaria de obter da disciplina em cada um de seus processos, o que ele realmente obtém e qual a relação de grandeza entre essas duas variáveis.

H. Calculo do índice de impacto no curso: Com o índice de desempenho esperado, se extrai o índice de impacto na disciplina. Na metodologia utilizada, se considera que quanto maior o desempenho esperado, maior será o impacto do processo na disciplina. Por isso se classifica o

desempenho esperado de cada processo em ordem decrescente, sendo 1 o processo com maior desempenho esperado.

Quadro B - Matriz dos Índices de Desempenho

	Importancia	Satisfação										
			Alocação do dia da semana da disciplina	Alocação de docentes (se houver mais de um)	Organização do calendario	Divulgação de informações aos alunos	Matrícula	Preparação da disciplina pelo docente	Ministração da disciplina pelo docente	Processo de avaliação do aluno	Manutenção de equipamentos e instalações	Taxa de melhoria(%)
Desempenho Esperado (absoluto)	108,5	138,4	142,2	113,6	53,4	276,0	293,0	169,6	121,7			1416,4
Desempenho Esperado (relativo) %	7,7	9,8	10,0	8,0	3,8	19,5	20,7	12,0	8,6			100,0
Desempenho Atual (absoluto)	100	137	141	122	45	232	254	162	89,6			1282,3
Desempenho Atual (relativo) %	7,8	10,7	11,0	9,5	3,5	18,1	19,8	12,6	7,0			100,0
Atual Esperado (relativo) %	92,3	98,8	98,8	107	84,3	84,1	86,8	95,5	73,6			
Impacto no curso	8	5	4	7	9	2	1	3	6			

7. ANÁLISE DOS PROCESSOS

Uma vez construída a Matriz da Qualidade, Quadro A, e obtidos seus resultados, se passa à análise do impacto dos processos sobre a satisfação dos clientes na Matriz dos Índices de Desempenho, Quadro B. A partir dos índices é possível determinar quais são os processos de maior ou menor impacto sobre a satisfação, aqueles com maior o pior desempenho atual e aqueles com melhor ou pior desempenho relativo.

Interpretando os resultados, os dados relativos, à importância e à satisfação é possível concluir quais melhorias trarão resultados mais relevantes na satisfação dos clientes e se nosso investimento esta sendo aproveitado ou não.

8. CONCLUSÕES

O trabalho pretendeu demonstrar possibilidade e eficácia na avaliação da qualidade do ensino usando a ferramenta da engenharia, “Quality Function Deployment” (QFD).

O QFD mostra muitas informações quantitativas como nos Quadros A e B, e isso vai permitir observar onde investir para melhorar ou onde se está investindo de mais, permitindo, além disso, o processo de “Feedback” requeridos no processo continua melhora do ensino.

É possível já ter múltiplas interpretações das Tabelas 3 e 2, que compõem a Matriz da Qualidade ou Matriz QFD assim, por exemplo, do Quadro A, foi observada a necessidade “A localização e acesso a POLI”, tem o maior valor negativo como taxa de melhoria, isso quer dizer que os clientes estão bastante satisfeitos, mas para eles não é muito importante. Por outro lado, verificou-se a necessidade “O conforto das cadeiras e mesas”, tem como Taxa de Melhoria o maior valor positivo, e isso quer dizer que os clientes consideram importante esse item e estão pouco satisfeitos.

Agora analisando os desempenhos na Matriz dos Índices de Desempenho (Quadro B), que são os valores das colunas, pode-se reconhecer que os maiores valores no Desempenho Esperado serão os que têm maior influencia na satisfação do cliente. Assim, o processo “Ministração da disciplina pelo professor” é a que tem maior impacto nos clientes e coincidentemente é também a

que tem melhor Desempenho atual, neste caso em valores muito similares, mas os processo mais bem atendidos são “Alocação de docentes” e “Organização do calendário”, que possuem um valor de 98,8% nos desempenhos relativos (atual e esperado), como se pode observar no quadro B.

Agradecimentos

Para o “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” CNPq pela ajuda no desenvolvimento do presente trabalho.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AKAO, Y. & MANZUR, G. H., The leading edge in QFD: past, present and future. **International Journal of Quality & Reability Management** v.20, n.1, p.20-35, 2003.

AKAO, Y. & MANZUR, G.H., **Quality Function Deployment : Integrating customer requirements into product design**; Portland: Productivity Press, 1990.

BOSSERT, J. L., **Quality function deployment: a practitioner's approach**, Milwaukee-New York, ASQC Quality Press: M. Dekker, 1991.

CARVALHO, M. M., **QFD: Uma ferramenta de tomada de decisão em Projeto**. 1997 Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) / Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COHEN, L, **Quality function deployment: how to make QFD work for you**, Reading: Addison-Wesley, 1995.

FRANCESCHINI, F., ROSSETO, S., *Quality Function Deployment: How to improve its use*, **Total Quality Management**, v.9, n.6, p.491-500, 1998.

HAYES, B.E., **Medindo a Satisfação do Cliente**, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

HWARNG, H.B. & TEO, C., **Translating customer’s voices into operations requirements a QFD applications in higher education**, *International Journal of Quality and Reability Management*, v.18 n.2, p.195-225, 2001.

HWARNG, H.B. & TEO, C., **Applying QFD in higher education** Quality Congress. ASQ’s 54th Annual Quality congress Proceedings, 2000.

KAMINSKI, P., PINHEIRO, E., LA HOZ, S., Evaluating and Improving the Quality of na Engineering Specialization Program through the QFD Methodology, **International Journal Engineering Education**, Londres, v. 20, n. 6, p. 1034-1041, 2004.

LAWRENCE, R.G., NANCY, C. P., **The QFD book : The Team approach to solving problems and satisfying customers through Quality Function Deployment**, Amacom-New York, 124p., 1993.

MARTINS, M., **Implementação da Metodologia QFD em uma Agencia Bancaria**, 1999, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) / Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OWLIA, M.S.& ASPINWALL, E.M., **A framework for measuring quality in engineering education**, Total Quality Management, v.9, n.6, p.501-518, 1998.

OWLIA, M.S.& ASPINWALL, E.M., **Application of Quality Function Deployment for the Improvement of Quality in an Engineering department**, European Journal of Engineering Education, v.23, n.1, p.105-115, 1998.

EVALUATION OF A GRADUATION MECHANICAL INGEENERING SUBJECT IN THE POLYTECHNICAL SCHOOL AT THE USP APPLYING A QFD METHODOLOGY TO THE EDUCATION

***Abstract:** The work is going to show the possibility and efficacy in the evaluation of the education quality using the engineering tool “Quality Function Deployment”(QFD), aiming at supply resources for renewal projects of the institution and/or his planning. The case of study of this adaptation will be in a mechanical engineering subject of the projects area at the Polytechnic School at USP, where is verified to potentiality of the tool applied to the education as service activity. These results are going to know better where should be invest for improve the general subject quality.*

***Key-words:** QFD, Quality, Higher Education, Undergraduation.*