

ELKIS GOMES FERREIRA

**INFLUÊNCIAS DO PROJETO BAJA SAE NO ENSINO DA ENGENHARIA E
NO DESENVOLVIMENTO DO ALUNO**

ELKIS GOMES FERREIRA

INFLUÊNCIAS DO PROJETO BAJA SAE NO ENSINO DA ENGENHARIA E NO
DESENVOLVIMENTO DO ALUNO.

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Angelo Caporalli Filho

Guaratinguetá
2011

F383i	Ferreira, Elkis Gomes Influências do Projeto Baja SAE no ensino da engenharia e no desenvolvimento do aluno / Elkis Gomes Ferreira – Guaratinguetá : [s.n], 2011. 45 f : il. Bibliografia: f. 41 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011. Orientador: Prof. Dr. Angelo Caporalli Filho 1. Engenharia – estudo e ensino I. Título CDU 62.5
-------	--

**INFLUÊNCIAS DO PROJETO BAJA SAE NO ENSINO DA ENGENHARIA E NO
DESENVOLVIMENTO DO ALUNO**

ELKIS GOMES FERREIRA

**ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. ANGELO CAPORALLI FILHO
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. MAURO HUGO MATHIAS
UNESP-FEG


Eng. RODRIGO GARCIA
BMB MODE CENTER

Dezembro de 2011

DADOS CURRICULARES

ELKIS GOMES FERREIRA

NASCIMENTO	25.04.1979 – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS / SP
FILIAÇÃO	Pedro Alfeu Ferreira Edméa Gomes Ferreira
1995/1997	Curso Técnico em Processamento de Dados, Fundação Valeparaibana de Ensino – FVE/UNIVAP, SJC/SP.
2006/2011	Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

de modo especial, aos meus pais, Pedro e Edméa, por me apoiarem em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as oportunidades que me foram dadas nesta etapa da minha vida, sempre iluminando meu caminho.

Aos meus pais, Pedro e Edméa, por me instruírem a honestidade, humildade e dedicação ao que faço, além de todo o apoio que me deram na vida, sobretudo durante o curso.

Aos meus irmãos, Aline e Erik, pela paciência e conforto nos momentos em família.

À minha namorada Regiane pelo incentivo, companheirismo e amizade.

Ao meu orientador e amigo, Professor Dr. Angelo Caporalli Filho, por acreditar em meu potencial e me ajudar na elaboração deste projeto e trabalho.

À Equipe de Piratas do Vale de Baja SAE pelos momentos orgulhosamente vividos representando esta faculdade.

Ao amigo Urbano, que além de todo apoio prestado junto a Piratas do Vale presenteou-me com sua amizade.

A todos os amigos e colegas que fizeram parte desta etapa da minha vida, dividindo momentos de alegria e dificuldades.

Por fim, aos amigos da República Masmorra, que estiveram presente integralmente nesta etapa da minha vida, tornando-se verdadeiros amigos e formando uma nova família.

Tiro partido da visão
que me traz o devaneio.

Aplico num passe de mágica, ciência e matemática,
uma pitada de conquistas da profissão
e meus conhecimentos dos materiais, de permeio
para então projetar obra magnífica.

Reúno esforços e perícias
de meus companheiros operários
empregando o capital da prosperidade
e os produtos de muitas indústrias.

Com o mesmo alvo, solidários
trabalhamos, sem temer acaso e adversidade.

Quando terminamos nossos trabalhos
todos então podem visualizar
aqueles devaneios e planos
que, para conforto e bem-estar de todos,
puderam então se materializar.

Eu sou um Engenheiro.

Eu sirvo à humanidade
transformando sonhos em realidade.

Adolph J. Ackerman
(Tradução do Prof. Augusto Carlos de Vasconcelos)

FERREIRA, E. G. **Influências do Projeto Baja SAE no ensino da engenharia e no desenvolvimento do aluno**. 2011. 45f. Trabalho de Graduação (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a importância do Projeto Baja SAE no ensino da engenharia, bem como no desenvolvimento do aluno, sendo uma exímia ferramenta para que o aluno de engenharia tenha uma formação que atenda os objetivos da proposta pedagógica da universidade, e também as diretrizes curriculares do Ministério da Educação para os cursos de engenharia. O Projeto Baja SAE oferece ao aluno de engenharia a chance de aplicar, na prática, os conhecimentos adquiridos em sala de aula, visando incrementar sua preparação para o mercado de trabalho. O aluno se envolve com um caso real de desenvolvimento de projeto, desde sua concepção, projeto detalhado e construção. O Projeto Baja SAE redefine a postura do aluno como elemento ativo no processo da aprendizagem da engenharia, deixando para trás a condição de simples receptor de informações. Valoriza procedimentos que propiciem aos estudantes a oportunidade de aprender dentro de contextos da prática profissional, propiciando também a oportunidade de contextualizar a execução de um projeto. Partindo para uma análise de desenvolvimento de habilidades pessoais, o Projeto Baja SAE possui características próprias e essenciais para o exercício profissional, entretanto, não específica para o curso de engenharia, por exemplo: capacidade de trabalho em equipe, capacidade de comunicação escrita e oral, comportamento ético, espírito crítico, visão de conjunto, espírito empreendedor, capacidade de liderança, etc.

PALAVRAS-CHAVE: Baja SAE, ensino, engenharia.

FERREIRA, E.G. **Influences of the Baja SAE Project in engineering education and student development.** 2011. 45f. Term paper (Graduate in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

ABSTRACT

This work aims to show the importance of Baja SAE Project in engineering education, as well as the development of the student, being an outstanding tool for the engineering student has an education that meets the objectives of the pedagogical university and also the guidelines Ministry of Education curriculum for engineering courses. The Baja SAE Project provides the engineering students the chance to apply in practice the knowledge acquired in the classroom, to enhance their preparation for the labor market. The student becomes involved with a real case of project development, from concept design, detailed design and construction. The Baja SAE Project redefines the position of the student as an active element in the learning process engineering, leaving behind the simple condition of receiving information. Values procedures that provide students the opportunity to learn in contexts of professional practice, while offering the opportunity to contextualize the execution of a project. From an analysis to develop personal skills, Baja SAE Project has its own characteristics and essential for professional practice, however, not specific to the engineering course. For example, capacity for teamwork, communication skills written and oral, ethical behavior, critical, overview, entrepreneurial spirit, leadership, etc.

KEYWORDS: Baja SAE, teaching, engineering

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Habilidades desejadas para o engenheiro	18
Figura 2 - Primeira participação da Equipe Piratas do Vale em competições.....	21
Figura 3 - MB-704, campeão do I Baja Rio.	23
Figura 4 - MB-1011B durante a Etapa Sudeste 2011	23
Figura 5 - Estrutura Organizacional Piratas do Vale.....	24
Figura 6 - Gráfico de Gantt do Projeto MB1012.....	26
Figura 7 - Distribuição de custos do protótipo MB0910	27
Figura 8- Geometria de Ackerman	28
Figura 9 - Estrutura MB1011 e MB1011B.....	29
Figura 10 - Estudo da ergonomia do Baja SAE.....	30
Figura 11 - Simulações via Método de Elementos Finitos (MEF)	31
Figura 12 - Componentes fabricados com materiais alternativos.....	32
Figura 13 - Componentes do computador de bordo	32
Figura 14 - MB1011 durante a Competição Baja SAE Brasil 2011	33
Figura 15 - Otimização de suspensão de um veículo Baja SAE	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Objetivo	9
2	A ENGENHARIA	10
2.1	Definições de engenharia.....	10
2.2	O ensino da engenharia	11
2.2.1	O ensino de engenharia no Brasil.....	12
2.3	As Diretrizes dos Cursos de Engenharia	13
2.4	Proposta Pedagógica da FEG/UNESP	15
2.5	Habilidades necessárias para o engenheiro	17
3	A SAE E O PROJETO BAJA SAE.....	19
3.1	A SAE <i>International</i>	19
3.2	A SAE Brasil	19
3.3	O Projeto Baja SAE	19
3.4	A Equipe Piratas do Vale de Baja SAE	20
4	ESTUDO DE CASO: EQUIPE PIRATAS DO VALE BAJA SAE.....	24
4.1	Estrutura da Equipe	24
4.2	O Gerenciamento da Equipe.....	25
4.2.1	A Gestão Recursos Humanos	25
4.2.2	A Gestão do Tempo	25
4.2.3	O Gerenciamento de Custos	26
4.2.4	A Gestão do Conhecimento.....	27
4.3	O Desenvolvimento do Projeto	28
5	INFLUÊNCIAS DO PROJETO BAJA SAE.....	34
5.1	O Baja SAE e o ensino da engenharia	34
5.2	O Baja SAE e o desenvolvimento do aluno	36
6	CONCLUSÃO	38
7	REFERÊNCIAS.....	39
8	BIBLIOGRAFIA	41

1 INTRODUÇÃO

O Projeto Baja SAE é uma atividade extracurricular proposta pela SAE Brasil aos estudantes de engenharia. Trata-se de uma competição onde o objetivo de cada equipe é ter seu projeto aceito por uma empresa. Este projeto trata-se de um veículo *off-road*, monoposto, robusto e que atenda as exigências deste possível fabricante. É um projeto que desafia os estudantes a aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, posiciona o aluno mais próximo do contexto profissional que irá encontrar no mercado de trabalho, desenvolvendo as habilidades necessárias ao profissional da engenharia.

A finalidade deste trabalho é mostrar que o Projeto Baja SAE cumpre um papel importante na formação do aluno de engenharia em relação às diretrizes curriculares para os cursos de engenharia e propostas pedagógicas das instituições de ensino através de conceitos dados por estudiosos em ensino de engenharia e no perfil do profissional desejado pelas organizações.

O trabalho inicia-se com um relato sobre engenharia, abrangendo sua história, ensino e o perfil do profissional da área.

Em seguida, o Projeto Baja SAE é explicado mais detalhadamente, com informações sobre a entidade idealizadora do projeto e história da Equipe Piratas do Vale de Baja SAE da Unesp/FEG.

Posteriormente é relatado um estudo de caso real do desenvolvimento do veículo Baja SAE através de pontos chaves do projeto.

Finalizando, é feita uma caracterização do Projeto Baja SAE contextualizando-o nas diretrizes e propostas dos cursos de engenharia, mostrando as influências do projeto no ensino e no desenvolvimento do aluno.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é mostrar a importância do Projeto Baja SAE no ensino da engenharia e no desenvolvimento do aluno, alcançando os objetivos da proposta pedagógica da instituição e atendendo as diretrizes curriculares para os cursos de engenharia.

2 A ENGENHARIA

2.1 Definições de engenharia

Uma definição objetiva de engenharia pode ser dada como:

...a arte profissional de organizar e dirigir o trabalho do homem aplicando conhecimento científico e utilizando, com parcimônia, os materiais e as energias da natureza para produzir economicamente bens e serviços de interesse e necessidade da Sociedade dentro dos parâmetros da segurança (SILVA, p.11, 1997).

Desta forma, segundo ele, há uma contribuição na escolha das matérias pedagógicas essenciais para a composição de um currículo mínimo para os cursos de engenharia, definindo de forma clara o perfil do futuro profissional.

Contudo, na literatura encontram-se outras diversas definições de engenharia. Segundo PLONSKI (1993), existem três definições formais de engenharia: a formal estrangeira, a formal brasileira e uma que visa o vínculo tecnológico entre pesquisa, engenharia, fabricação e consumo.

A definição denominada de formal estrangeira, caracterizada pelo “*Engineers Council for Professional Development*” dos EUA, define engenharia como a “aplicação criativa de princípios científicos ao projeto de desenvolvimento de estruturas, máquinas, dispositivos ou processos de fabricação; ou a construção e/ou operação dos mesmos com perfeito conhecimento de seu projeto; ou a predição de seu comportamento sob condições determinadas de operação; de todos os aspectos anteriores no que se refere: à função prevista, à economia da operação e à segurança das pessoas e bens envolvidos”.

A definição legal brasileira está explícita na Lei nº 5.194/66, regulamentadora das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro agrônomo, que no artigo 7º estabelece as atividades e atribuições destes profissionais. Desta forma, define como “o planejamento ou projeto em geral de regiões, zonas, cidades, obras, estruturas, transportes, exploração de recursos naturais e desenvolvimento da produção industrial e agropecuária; fiscalização, direção e execução de obras e serviços técnicos; e, produção técnica especializada, industrial ou agropecuária”.

A terceira forma de definir engenharia, que vincula tecnologia com pesquisa, engenharia, fabricação e consumo, define engenharia em “o elemento que transforma tecnologia, ciência, bens e homem em tecnologia. Usando expressões tradicionais, engenharia

produz tecnologia por meio de homens que se utilizam de equipamentos, materiais, ciência e tecnologias existentes. (...) da engenharia resulta tecnologia e conhecimento não registrado no homem” (PLONSKI, 1993).

Diante disto, nota-se que cada uma destas definições enfatiza um ponto, mas não se excluem. A primeira enfatiza o contexto da atividade do engenheiro e da engenharia. A segunda, é direcionada à função econômica e social da engenharia e a terceira situa a engenharia em um modelo geral de interesse dos estudiosos das questões relacionadas à política científica e tecnológica voltadas para a engenharia (COLENCI, 2000).

2.2 O ensino da engenharia

Conforme BAZZO (2008), a história da engenharia confunde-se com a própria história da humanidade. Uma engenharia baseada no empirismo, pois a base prática era ensinada pelos antecessores através de grandes esforços no sentido de criar e aperfeiçoar artefatos que aproveitassem os recursos naturais, na experiência e no espírito empreendedor e criador.

Ainda conforme BAZZO (2008), a engenharia moderna é aquela que se caracteriza por uma forte aplicação de conhecimentos científicos à solução de problemas.

Segundo TELLES (1997), a engenharia científica teve início quando se viu que, na realidade, tudo que se fazia em bases empíricas e intuitivas era regido por leis físicas e matemáticas, fazendo-se assim necessário descobrir e estudar.

São considerados os precursores da engenharia científica Leonardo Da Vinci e Galileu. Da Vinci por ter feito a primeira tentativa de aplicar a estática para a determinação de forças atuando em uma estrutura simples, ou seja, a primeira aplicação da matemática à engenharia estrutural, porém estes estudos nunca foram publicados e permaneceram ignorados por séculos (COLLENCI, 2000).

O livro *As Duas Novas Ciências* publicado por Galileu em 1638 é tido como o primeiro livro publicado no campo da resistência dos materiais, abordando a resistência de vigas e colunas.

De acordo com TELLES (1997), a partir daí, a engenharia foi se estruturando e no século XVIII chegou-se a um conjunto sistemático e ordenado de doutrinas que foram constituir a primeira base teórica da engenharia.

Em 1774, foi fundada a *École Polytechnique*, por iniciativa de cientistas franceses, com a finalidade de ensinar as aplicações da matemática aos problemas da engenharia.

A partir daí, outras escolas de engenharia foram sendo criadas na França, contudo, algumas escolas eram voltadas para o ensino prático, estabelecendo assim, uma divisão da engenharia em dois campos: a engenharia prática e a teórica. O desenvolvimento da engenharia seguiu com a criação das escolas nos países de língua alemã, como as escolas de Praga, Viena, Munique e Zurique. Logo após foram criadas as escolas americanas como o MIT, *Massachusetts Institute of Technology*, em 1865.

2.2.1 O ensino de engenharia no Brasil

De acordo com BAZZO (2008), é difícil estabelecer o início da atividades de engenharia no Brasil, mas que começou efetivamente com as primeiras casas dos colonizadores e com a construção de muros e fortins. Ainda segundo o autor, o desenvolvimento da engenharia manteve-se atrasado pelo fato de a economia ser baseada na escravidão, implicando na falta de interesse da monarquia em instalar indústrias no país.

TELLES (1984) afirma que a referência mais antiga com relação ao ensino de engenharia no Brasil é a carta régia de 15 de janeiro de 1699, onde D. Pedro II determina ao governador do Rio de Janeiro a criação de uma aula de fortificação.

A primeira escola de engenharia no país foi criada em 4 de dezembro de 1810, chamada de Academia Real Militar.

A partir de 1858 através de nova organização das escolas militares, a Escola Militar da Corte (antiga Academia Real Militar) passou a denominar-se Escola Central, e passou a ser destinada também ao ensino de Matemática e Ciências Físicas e Naturais e, também ao ensino da Engenharia Civil.

Em 25 de abril de 1874, foi criada a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, sucessora da antiga Escola Central. A partir daí, outras escolas de engenharia foram criadas, como: Escola de Minas de Ouro Preto (1876), a Politécnica de São Paulo (1893), a Politécnica do *Mackenzie College* e a Escola de Engenharia do Recife (1896) e, a Politécnica da Bahia e a Escola de Engenharia de Porto Alegre (1897).

SACADURA (1999) afirma que através desta análise cronológica identifica-se grande diversidade de características e alguns elementos comuns. Desde o seu surgimento, as escolas de engenharia procuram atender um mercado em crescimento e em constante evolução. Hoje no país existe um número bastante alto de escolas de engenharia renomadas e reconhecidas.

2.3 As Diretrizes dos Cursos de Engenharia

O Conselho Nacional de Educação e a Câmara de Educação Superior (CNE/CES), através do relatório de Parecer nº CNE/CES 1362/2001, afirmava que o ensino de engenharia do Brasil é desafiado frente a um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. Afirmava também, que o conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associados às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas e interpretar de maneira dinâmica a realidade. Mais adiante relata que as Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, haviam tido procurado, através de reformas periódicas de seus currículos, solucionar estes problemas. Entretanto essas reformas não foram inteiramente bem sucedidas, dentre outras razões, por privilegiarem a acumulação de conteúdos como garantia para a formação de um bom profissional.

Percebia-se que as tendências indicavam na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional tivesse opções de áreas de conhecimento e atuação, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano, integração social e política e forte vinculação entre teoria e prática.

A partir deste cenário, o relatório fizera proposta de substituir o antigo conceito de currículo, visto como uma grade curricular da estrutura de um curso de graduação, por um novo conceito, bem mais amplo.

Neste novo conceito, destacam-se três elementos fundamentais:

- O conjunto de experiências de aprendizado;
- O processo participativo; e
- O programa de estudos integrados.

O primeiro conceito enfatiza que o novo currículo deve ir além das atividades de sala de aula e deve considerar atividades complementares, como programas acadêmicos, iniciação científica e tecnológica, programas de extensão universitária, além de atividades culturais, políticas e sociais, que visam ampliar os horizontes de uma formação profissional, contribuindo para uma formação sociocultural.

Já o conceito de processo participativo explicita que o aprendizado só é consolidado se o estudante desempenhar um papel ativo de construir o seu próprio conhecimento e experiência, com orientação e participação do professor.

Por último, o conceito de programa de estudos integrados se fundamenta na necessidade de facilitar a compreensão do conhecimento pelo estudante. Possibilita novas formas de estruturação dos cursos, que ao lado da tradicional estrutura de disciplinas abre-se à implantação de experiências inovadoras, permitindo a renovação do sistema nacional de ensino.

Com estas justificativas, o Parecer nº CNE/CES 1362/2001 foi aprovado pela Câmara de Educação Superior e deste então as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia vigentes são as seguintes:

1 Perfil dos Egressos

O perfil dos egressos de um curso de engenharia compreenderá uma sólida formação técnico-científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

2. Competências e Habilidades

Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para:

- a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j) atuar em equipes multidisciplinares;
- k) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- n) assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

3. Estrutura do Curso

Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Nestas atividades procurar-se-á desenvolver posturas de cooperação, comunicação e liderança.

(DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, p.17, 2002)

2.4 Proposta Pedagógica da FEG/UNESP

O Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Mecânica da FEG/UNESP, aprovado em 11 de agosto de 1993 e com reestruturação aprovada em sete de junho de 2006 segue as diretrizes curriculares para os cursos de engenharia pelo CNE/CNS vigentes desde 2001.

Deste modo permite-se concluir que o plano curricular do curso deve contemplar uma formação generalista e de qualidades aos alunos egressos.

Com relação ao plano didático, deve adotar uma estratégia que prepare o aluno de forma a lhe permitir rápido domínio de novos desenvolvimentos tecnológicos e que lhe desenvolva o espírito de pesquisa e a iniciativa para buscar soluções para novos problemas, com criatividade, fornecendo a ele sólidos conhecimentos dos princípios básicos da engenharia mecânica.

Assim, pode-se listar as características que devem ser contempladas pela proposta pedagógica:

- Enfoque didático com forte base científica;
- Estruturação curricular do núcleo de ciências mecânicas em áreas do conhecimento da Engenharia Mecânica e não em disciplinas, buscando a integração de conteúdos;
- Formação de um profissional com uma visão global do conhecimento, sem perder, a especificidade da Engenharia Mecânica;
- Inclusão de disciplinas optativas, que abordem assuntos de interesse específico de setores da Engenharia Mecânica, especialmente aqueles relacionados com tecnologias recentes;
- Integração entre os ciclos básico e profissional, buscando eliminar a dicotomia normalmente existente entre os dois ciclos, através da inserção progressiva de disciplinas dos diversos núcleos;
- Introdução de atividades obrigatórias e complementares centradas no aluno e na sua formação profissional, objetivando o desenvolvimento de competências adequadas às exigências de uma sociedade em constante mutação.

Sendo assim, o curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da UNESP deverá oferecer as condições para o desenvolvimento das seguintes competências e habilidades:

- Aplicar novos conhecimentos, utilizar tecnologias e recursos adequados ao exercício eficiente da Engenharia Mecânica;
- Aplicar princípios científicos e conhecimentos tecnológicos na resolução de problemas da Engenharia Mecânica;
- Atuar em equipes multidisciplinares, comunicando-se de forma competente, por meios escritos, orais, gráficos e virtuais;
- Avaliar, com ética e responsabilidade profissional, a viabilidade econômica e o impacto das atividades de Engenharia Mecânica no contexto social e ambiental;
- Demonstrar noção de ordem e de grandeza na estimativa de dados e avaliação de resultados;
- Desenvolver pesquisas para fundamentar conclusões e propostas de soluções para problemas de Engenharia Mecânica;
- Desenvolver raciocínio espacial, lógico e matemático;
- Exercer papel essencial na elevação da qualidade de vida e no fortalecimento da segurança social e econômica;
- Incentivar alternativas para o desenvolvimento de estudos com vistas à atualização profissional permanente;
- Projetar, fabricar, instalar e monitorar sistemas eletromecânicos de automação e controle em equipamentos nos diferentes tipos de indústria;
- Selecionar materiais e processos, considerando os aspectos éticos, sociais e ambientais;
- Usar microcomputadores e desenvolver algoritmos para sistemas eletromecânicos de automação e controle.

O objetivo desta postura didática é desenvolver a criatividade no estudante para melhor capacitá-lo em resolver problemas novos, além de prepará-lo para que assuma a condução do seu processo de contínua atualização e aprimoramento profissionais.

Todavia, o engenheiro deve trazer consigo a perseverança e a obstinação no processo de busca de soluções para problemas novos e ser um contestador dos paradigmas instituídos na comunidade.

2.5 Habilidades necessárias para o engenheiro

CREMASCO (2009) define o engenheiro em um profissional que aplica seus conhecimentos à criação e à modificação de mecanismos, produtos e processos que são utilizados para converter recursos em formas adequadas às necessidades do ser humano.

Ainda segundo o autor, o engenheiro é um profissional indispensável aos dias atuais, contudo, deve aliar seus conhecimentos de engenharia com responsabilidade social, ética e respeito para com o outro e o meio em toda sua magnitude, reconhecendo ser um agente de transformação social.

Deste modo fica clara a necessidade do engenheiro desenvolver competência científica e tecnológica com gestão ética e conciliá-las em função de suas habilidades técnica, humana e conceitual.

A habilidade técnica é caracterizada pela compreensão e proficiência em um determinado tipo de atividade, principalmente onde estejam envolvidos métodos, processos e procedimentos.

Por outro lado, segundo Silber e Stelnicki¹ (1987 apud CREMASCO, 2009, p.4) a habilidade humana conceitua a capacidade de o indivíduo interagir com outros, para formar semelhante que respeite o seu semelhante e a natureza. Deste modo, o indivíduo é dito como consciente de suas próprias atitudes, opiniões e convicções acerca dos outros e é hábil para compreender outras opiniões, atitudes e convicções diferentes das suas.

Conseqüentemente, tomando-se consciência da necessidade de conciliar a habilidade técnica com habilidade humana, o profissional desenvolverá a habilidade conceitual. Esta por sua vez, é diretamente associada à coordenação e integração das atitudes e interesses da organização a qual pertence. Ou seja, o indivíduo deve ser capaz de entender de forma abrangente o sentido da atividade que está exercendo, por meio das três habilidades interligadas, como mostra a Figura 1.

¹ SILBER, K. H.; STELNICKI. Writing, Training Materials. Training and Development Handbook. 3th Edition. Ed. R. L. Craig. New York: McGraw-Hill Book Co. 1987 apud CREMASCO, M. A. A responsabilidade social na formação de engenheiros. 2006.

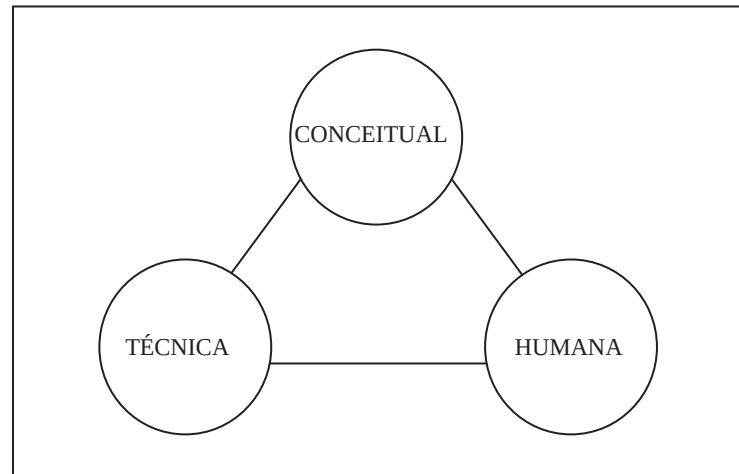


Figura 1- Habilidades desejadas para o engenheiro (CREMASCO, 2009)

CREMASCO (2009) afirma que além das competências técnica e científica, o engenheiro deve desenvolver também as competências sociais, que estão associadas às relações humanas como: liderança, solidariedade, capacidade de trabalho em equipe e uma ética baseada em uma formação moral e cultural.

Por fim, nota-se a necessidade de profissionais bem formados, com nível de informação e que sejam dinâmicos, independentes, empreendedores, criativos e que tenham iniciativa, como afirma WEINBERG (2003) embasado na pesquisa realizada pela Revista Veja:

[...]o recrutador, na hora da contratação de um profissional, quer saber se este apresenta criatividade, espírito de liderança, iniciativa, capacidade de trabalhar em grupo, equilíbrio para lidar com a adversidade, inclinação para desafiar regras, integridade pessoal e empreendedorismo (WEINBERG, p.17, 2003).

3 A SAE E O PROJETO BAJA SAE

3.1 A SAE *International*

Fundada em 1905 nos EUA por grandes líderes da indústria automotiva e aeronáutica, como Henry Ford, Thomas Edison e Orville Wright, a *SAE International* (*Society of Automotive Engineers*) surgiu com o propósito de desenvolver, criar e difundir estudos na área da mobilidade.

Desde então, a *SAE International* tem se constituído como uma das principais fontes de normas, padrões e estudos do setor automotivo e aeroespacial.

3.2 A SAE Brasil

A SAE BRASIL (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade) foi fundada em 1991 por executivos do setor automotivo e aeroespacial e unem engenheiros, técnicos e executivos com a missão de disseminar técnicas e conhecimentos relativos à tecnologia da mobilidade.

Filiada a *SAE International* e com os mesmos fins e objetivos, promove no Brasil a abertura das fronteiras do conhecimento para os profissionais da área, diante da integração do país ao processo de globalização da economia. Com mais de cinco mil associados e 10 seções regionais distribuídas no Brasil, sendo hoje a mais importante sociedade de engenharia da mobilidade do país, promove o avanço tecnológico disseminando conhecimentos através de congressos, conferências, exposições e competições estudantis (SAE BRASIL, 2011).

3.3 O Projeto Baja SAE

O Projeto Baja SAE desafia os estudantes de engenharia a aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula.

Criado em 1973 na Universidade da Carolina do Sul (EUA), sob a coordenação do professor Dr. John F. Stevens e a partir daí reconhecido pela *SAE International*, que em 1976 organizou a primeira competição entre estudantes de engenharia, pois notou ali um celeiro de bons jovens engenheiros.

O objetivo da SAE *International* com a realização da competição era fazer com que o aluno de engenharia tivesse contato com situações reais da vida profissional de um engenheiro.

O objetivo de cada equipe de Baja SAE é ter seu projeto aceito por um fabricante fictício, que visa comercializar o veículo a um público entusiasta e não profissional. Este projeto deve ser um veículo *off road*, monoposto, robusto, de fácil manutenção e operação, que possa ser facilmente transportado e capaz de vencer terrenos acidentados.

No Brasil as competições são organizadas pela SAE BRASIL e são denominadas de Competição Baja SAE BRASIL, a competição nacional. Acontecem também as competições regionais, chamadas de Etapa Sul, Sudeste e Nordeste.

A primeira competição envolvendo faculdades de engenharia de todo o Brasil, aconteceu em 1995. Disputada por sete equipes, foi realizada no Parque do Ibirapuera, em São Paulo, SP.

Atualmente, a competição é realizada no Esporte Clube Piracicabano de Automobilismo (ECPA), em Piracicaba, SP, e conta com a participação de mais de sessenta equipes proveniente de mais de quarenta universidades e escolas de engenharia de todo país.

Durante a competição as provas visam a uma avaliação completa de cada protótipo, desde a fase de projeto e análise detalhada de custos até os resultados práticos. Deste modo, os integrantes das equipes se lançam à tarefa durante meses, definindo conceitos, projetando, experimentando e testando novas soluções.

Seguindo as regras da competição ditadas pela SAE Brasil e utilizando o mesmo tipo de motor, o desempenho dos veículos fica ligado aos demais itens de projeto, tais como suspensão, transmissão, freios, direção, entre outros. Desta forma a criatividade e o desenvolvimento de cada equipe são os fatores determinantes para o sucesso do projeto.

3.4 A Equipe Piratas do Vale de Baja SAE

A Equipe Piratas do Vale de Baja SAE surgiu em 1997 a partir da união de alunos do segundo ano de engenharia mecânica com o objetivo de representar a UNESP, *campus* de Guaratinguetá, na Quarta Competição Baja SAE Brasil que seria realizada no próximo ano.

A equipe era formada por nove integrantes e passou a buscar estrutura física e financeira, que com muito esforço e dedicação conseguiu levar o protótipo ao Autódromo de

Interlagos, em São Paulo, SP, local onde as competições ocorreram até o ano de 2002, como se observa na Figura 2.



Figura 2 - Primeira participação da Equipe Piratas do Vale em competições (BAJA PIRATAS, 2009)

Atualmente a Equipe Piratas do Vale de Baja SAE está entre as melhores equipes do país graças ao contínuo desenvolvimento, dedicação dos alunos e apoio da universidade ao projeto.

Contando com patrocinadores privados e uma nova metodologia de trabalho a partir do ano de 2007, a equipe integrou-se a um seleto grupo de equipes na disputa das competições.

“Os procedimentos adotados até o momento indicam avanço no objetivo deste trabalho. Seguir o cronograma é uma atividade de grande importância na construção de um projeto, já que problemas tendem a aparecer, e são reduzidos quando se tem um bom planejamento, dentro do prazo.”, salienta Paula Kaltenbach, atual capitã da equipe.

Na Tabela 1 pode-se ver os principais resultados da equipe nas competições nacionais.

Tabela 1 - Resultados da Equipe Piratas do Vale - Competições Nacionais (BAJAPIRATAS, 2011)

Ano	Classificação Final
1998	41º lugar
1999	39º lugar
2000	24º lugar
2001	22º lugar
2002	23º lugar
2003	51º lugar
2004	33º lugar
2006	22º lugar
2007	46º lugar
2008	22º lugar
2009	44º lugar
2010	14º lugar
2011	13º lugar

Na Tabela 2 têm-se os resultados referentes às competições Etapa Sudeste. Estas são realizadas atualmente na cidade de Sarzedo, MG, e patrocinadas pelo Grupo FIAT.

Tabela 2 - Resultados das Competições Etapa Sudeste (BAJAPIRATAS, 2011)

Ano	Classificação Final
2004	1º lugar (Regional SAE RJ)
2009	10º lugar
2010	6º lugar
2011	4º lugar

No ano de 2004 aconteceu o 1º Baja Rio, uma etapa regional organizada pela SAE RJ, a seção regional da SAE Brasil no estado do Rio de Janeiro. Disputando com equipes de universidades do Sul de Minas Gerais, Vale do Paraíba e do Rio de Janeiro, a Equipe Piratas do Vale sagrou-se campeã da competição com o Protótipo MB-504, mostrado na Figura 3.



Figura 3 - MB-704, campeão do I Baja Rio (BAJA PIRATAS, 2011).

Na Competição Etapa Sudeste de Baja SAE de 2011 a Equipe Piratas do Vale também foi premiada com o terceiro lugar do Prêmio Inovação Tecnológica FIAT. Esta premiação foi concedida pelo fato da equipe conseguir reduzir a massa do veículo em relação ao ano anterior. Na Figura 3 pode-se ver o veículo utilizado nesta competição.



Figura 4 - MB-1011B durante a Etapa Sudeste 2011(BAJA PIRATAS, 2011)

“Acredito que hoje o Projeto Baja SAE já é extremamente valorizado e muitas vezes já tem sido definido como requisito em algumas vagas de processos seletivos. Isso é uma prova concreta que as empresas entendem os benefícios do projeto e apoiam a continuação do mesmo na formação dos alunos para o mercado de trabalho.”, diz Fábio Sampaio, Engenheiro de Produto da FIAT Powertrain, ex-integrante da Equipe Piratas do Vale.

4 ESTUDO DE CASO: EQUIPE PIRATAS DO VALE BAJA SAE

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento real do projeto Baja SAE, abordando alguns pontos importantes desde a estrutura organizacional da Equipe Piratas do Vale até o produto final: o veículo Baja.

4.1 Estrutura da Equipe

A Equipe Piratas do Vale de Baja SAE é composta por alunos de todas as séries dos cursos de engenharia (Elétrica, Materias e Mecânica) e um professor orientador.

A estrutura organizacional da equipe é dividida em dois escopos: o técnico e o administrativo, como se pode ver na Figura 5. No entanto, por se tratar de um grupo pequeno de estudantes, limitado pelo Regulamento Baja SAE Brasil (RBSB)², todos os integrantes possuem funções nas duas áreas.

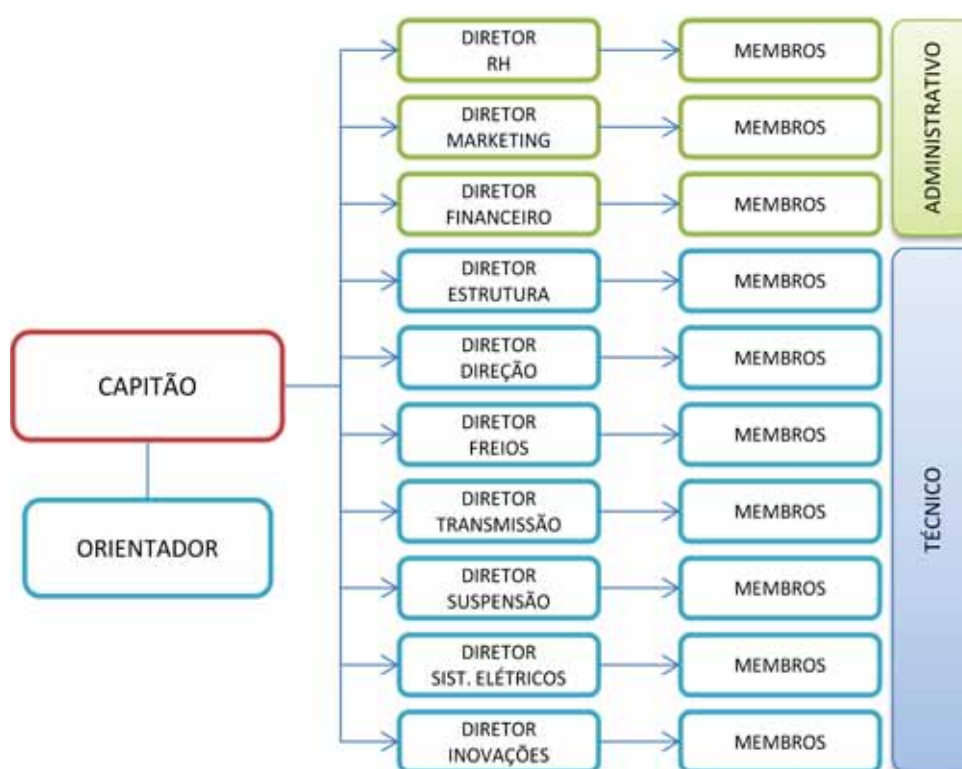


Figura 5 - Estrutura Organizacional Piratas do Vale

² O Regulamento Baja SAE Brasil permite que cada equipe seja composta por até vinte estudantes, dos cursos de Engenharia Mecânica, Mecatrônica, Robótica, Metalúrgica, Eletrônica, Eletro – Eletrônica, Automobilística, Produção, Automação Industrial, Aeronáutica, Materiais e Agrônômica, e também alunos do curso de Física.

4.2 O Gerenciamento da Equipe

O gerenciamento da equipe é realizado pelo Capitão. Ele é responsável por coordenar a equipe e fazer com que o planejamento seja seguido, bem como dar suporte a todas as áreas. Cabe ao Capitão também, junto aos Diretores de cada sistema, definir o planejamento do projeto: cronograma, custos, definições de projeto e construção, testes, etc.

4.2.1 A Gestão Recursos Humanos

O Projeto Baja SAE não difere das grandes empresas onde os resultados estão diretamente ligados ao talento, capacitação e outras características distintas de cada indivíduo. E isto representa a diferença entre fracasso e sucesso.

Ser um integrante de uma equipe de Baja SAE exige dedicação, comprometimento e reunir uma série de características comportamentais para conseguir desenvolver um trabalho em equipe.

O papel de fazer esse gerenciamento é do capitão da equipe, que desempenha algo bem parecido com o papel de um gerente de projeto.

O capitão precisa empenhar-se na direção do projeto, necessita de habilidades na condução da equipe, com pró-atividade em superar desafios de comunicação, que procure encontrar soluções para os problemas e tenha conhecimento dos limites do projeto.

Todavia, o capitão não cumpre esta tarefa de gerenciar pessoas sozinho, ele possui a colaboração dos diretores de sistemas. Estes reportam ao capitão o desenvolvimento de sua equipe de trabalho.

O professor orientador da equipe tem o papel de representar a equipe na instituição, coordenar e acompanhar o desenvolvimento da equipe.

4.2.2 A Gestão do Tempo

Como se trata de uma equipe com estudantes de várias séries do curso de graduação e sendo o Projeto Baja SAE uma atividade extracurricular, o gerenciamento do tempo é imprescindível para o sucesso do projeto e é limitado pela data das competições.

A partir de reuniões com os Diretores de cada Sistema, é definido o cronograma do projeto. Na elaboração deste cronograma são considerados os tempos necessários para a concepção do projeto, elaboração do projeto real, construção e testes finais.

O controle destas informações é gerenciado através do *software MS Project®* por uso do Gráfico de Gantt, conforme se pode ver na Figura 6.

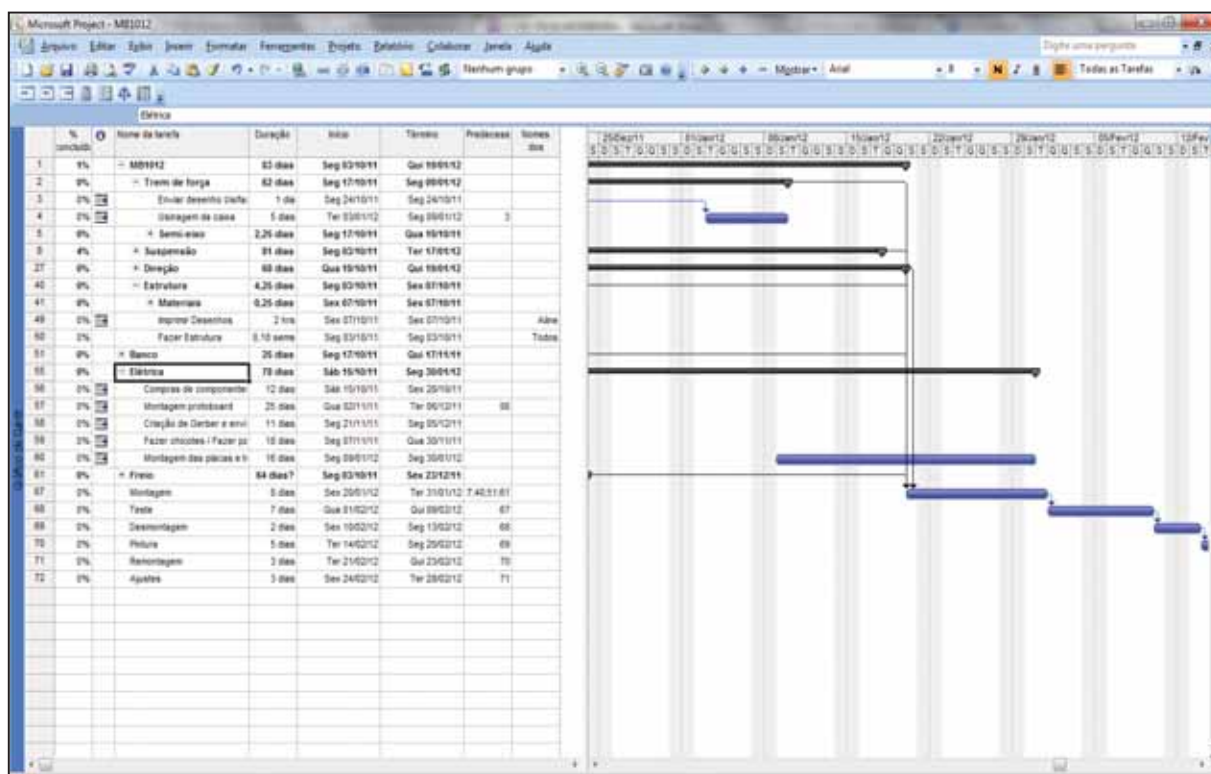


Figura 6 - Gráfico de Gantt do Projeto MB1012

Na elaboração do cronograma, os recursos também são levados em consideração. Sendo assim, a alocação de mão-de-obra da equipe é dividida de forma que não haja sobrecarga para nenhum integrante. Além disso, existe também uma rotação das equipes de trabalho, contribuindo assim para um aprendizado multidisciplinar em relação ao conhecimento específico de cada sistema (ALMEIDA, 2009).

4.2.3 O Gerenciamento de Custos

A gestão de custos do projeto deve ocorrer de maneira a se obter a estimativa de custos do projeto e o seu gerenciamento durante a execução do projeto.

O gerenciamento de custos é realizado pelo Diretor Financeiro, que recebe de cada diretor de sistemas um plano de custos, elaborado a partir de cotações com fornecedores de materiais e peças que serão utilizadas, definidos durante a concepção do projeto, na Figura 7, por exemplo, pode-se visualizar a distribuição de custos de cada sistema do projeto MB0910.

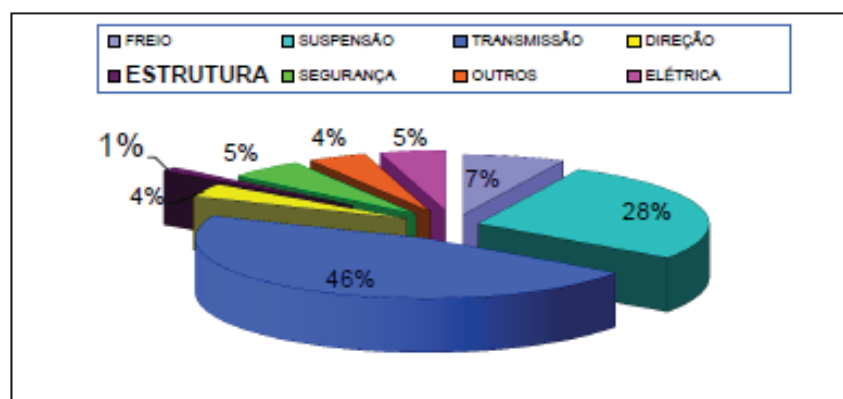


Figura 7 - Distribuição de custos do protótipo MB0910

Uma vez de posse destes planos de custos, o Diretor Financeiro é responsável em estimar e controlar os custos gerais do projeto, que inclui também materiais de consumo utilizados na construção, equipamentos e mais adiante, custos com a competição (inscrições, transporte, hospedagem, alimentação, etc.).

O orçamento deve ser definido com base na estimativa de custo de cada fase, definindo-se assim a meta de captação e investimento, que posteriormente será um dos fatores determinantes e discutidos através do plano de *marketing*.

4.2.4 A Gestão do Conhecimento

De acordo com KERZNER (2006), não documentar as lições aprendidas pode fazer com que a empresa regreda rapidamente da maturidade para a imaturidade em gestão de projetos, ou seja, o conhecimento é perdido e os erros do passado se repetem.

E esta é sem dúvida uma das preocupações não só da Equipe Piratas do Vale, mas também de todas as equipes de Baja SAE. Isto se deve ao fato do projeto possuir propósitos acadêmicos e direcionados a alunos de graduação, sendo assim sujeito a rotatividade de seus integrantes.

Sendo assim, é imprescindível a existência de um plano de gestão de conhecimentos, onde a equipe deve promover e acelerar o conhecimento de novos integrantes, elaborar e

executar um trabalho de coleta e organização de dados, mantendo um registro de lições aprendidas.

4.3 O Desenvolvimento do Projeto

O desenvolvimento do Projeto Baja SAE se inicia através do estudo do Regulamento Baja SAE Brasil (RBSB) redigido pela SAE Brasil, responsável pelas competições no Brasil.

A RBSB determina os requisitos mínimos que devem ser atendidos pelo projeto para a participação nas competições, principalmente no quesito segurança.

Outro ponto relevante ainda no início do projeto é a redução de massa do protótipo. Esta questão implica na aplicação de novos materiais, diferentes sistemas de suspensão e transmissão, entre outros fatores.

A concepção do projeto deve ser baseada na discussão e escolhas de parâmetros necessários para a construção do veículo, embasada em literatura específica. Assim têm-se como uma determinante inicial, as dimensões do veículo.

O comprimento e largura do protótipo são determinantes para o dimensionamento do sistema de direção, onde inclui principalmente caixa de direção e manga de direção, que é baseada na geometria de *Ackerman*, como se pode ver na Figura 8 a aplicação no projeto.

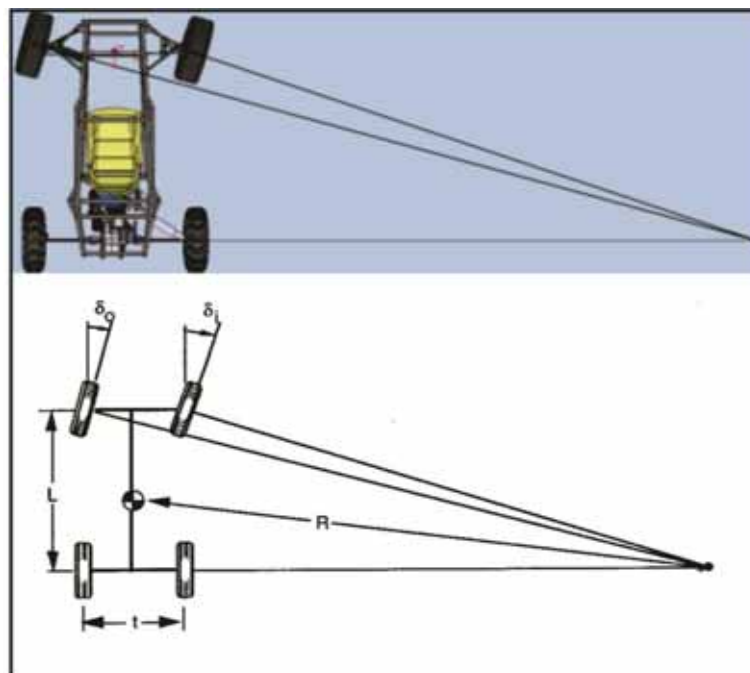


Figura 8- Geometria de Ackerman (GILLESPIE, 1992)

A partir daí, pode-se discutir e determinar a configuração da estrutura do protótipo, seguindo as determinações e limitações da RBSB.

Como um dos fatores principais de projeto é a massa do veículo, a busca em reduzi-la é sempre um dos objetivos. Nota-se na Figura 9 a comparação entre dois projetos, MB1011 (cinza) e MB1011B (vermelho e azul), na qual a estrutura do segundo projeto possui uma massa 5% menor.

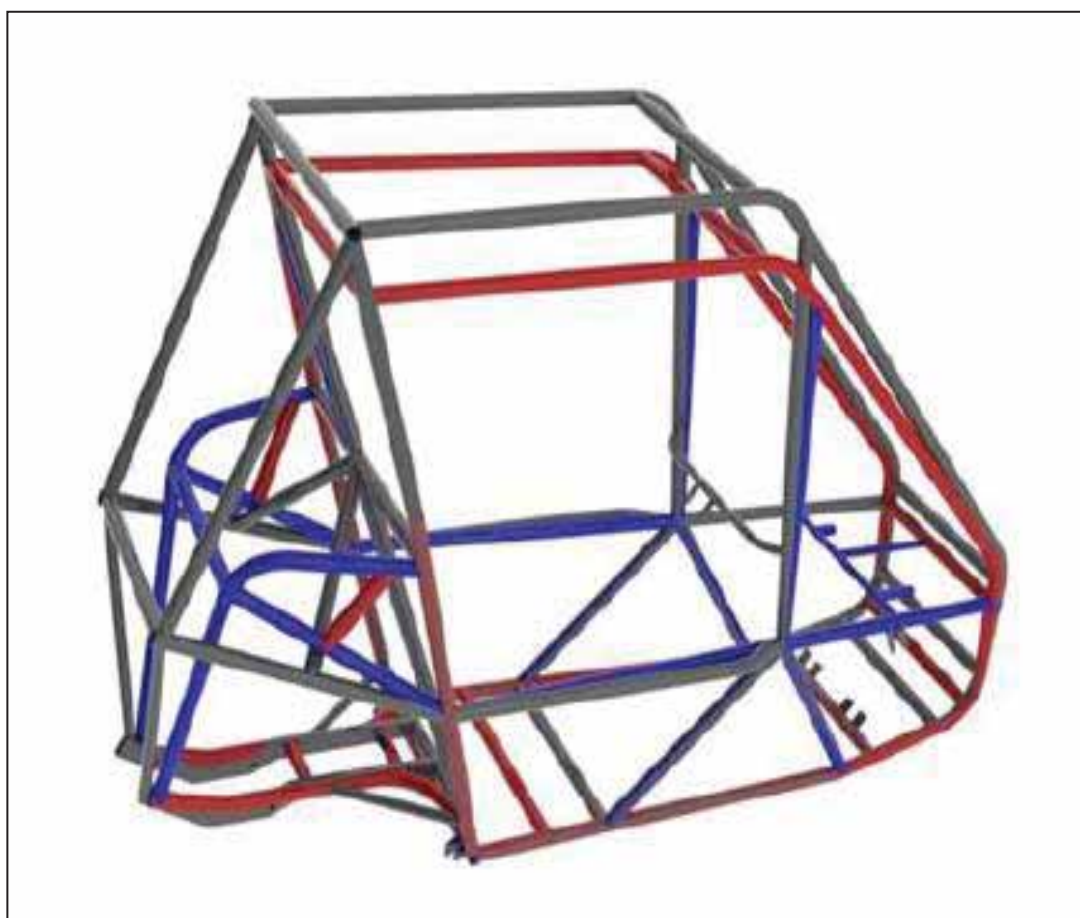


Figura 9 - Estrutura MB1011 e MB1011B (BAJA PIRATAS, 2011)

No projeto da estrutura, a configuração da mesma remete a algumas decisões que devem ser tomadas em relação à construção ainda no projeto. Como por exemplo, o processo de soldagem que será utilizado. A utilização de tubos de aço SAE 1020 com espessura de parede variando de 1,0 mm até 1,6 mm é determinante no quesito soldagem pela dificuldade apresentada no processo. Neste caso, o uso ferramentas como a Matriz de Decisão auxilia na escolha do processo, como nota-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de Decisão do processo de soldagem

Processo de soldagem (Notas: 1-5)			
	Peso: (1-3)	MIG/MAG	Eletrodo
Acabamento	3	4	3
Custo	1	2	4
Produtividade	2	5	2
Taxa de deposição	2	5	3
Facilidade de operação	3	5	2
Manutenção	1	2	4
Total de pontos		54	33

Ainda no desenvolvimento da estrutura, nota-se a interdisciplinaridade do Projeto Baja SAE quando se faz necessário o estudo de ergonomia veicular, sendo este um dos quesitos também avaliados nas competições.

Na Figura 10 nota-se a preocupação da equipe em desenvolver um protótipo que atenda os níveis de conforto exigidos para automóveis, relacionados ao campo de visão e posição ao dirigir.

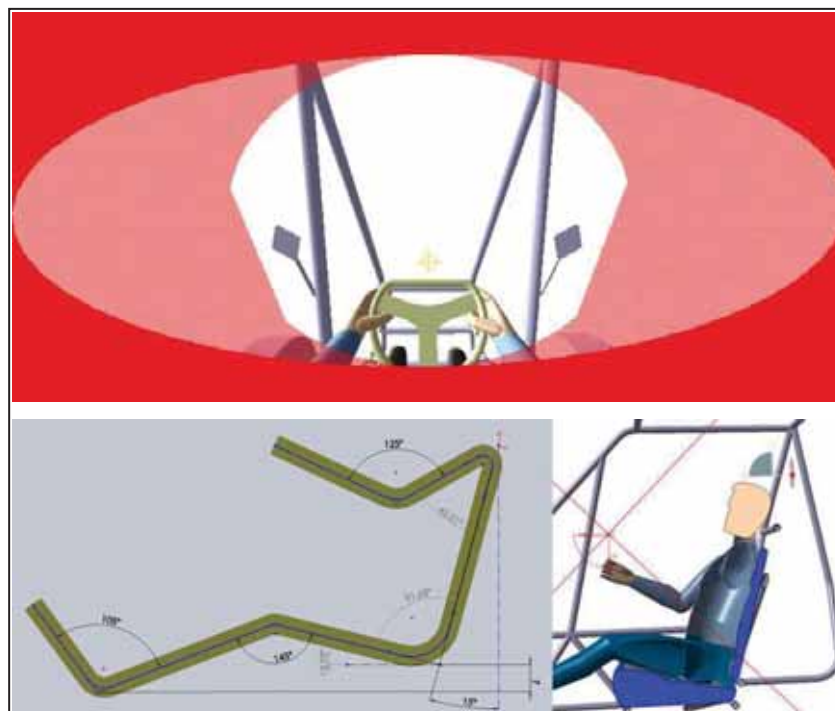


Figura 10 - Estudo da ergonomia do Baja SAE

Com a utilização de *softwares* para simulações via Método de Elementos Finitos (MEF) é possível validar não só o projeto da estrutura, mas também outros elementos utilizados no protótipo, ou seja, bandejas de suspensão, eixos, entre outros, conforme Figura 11.

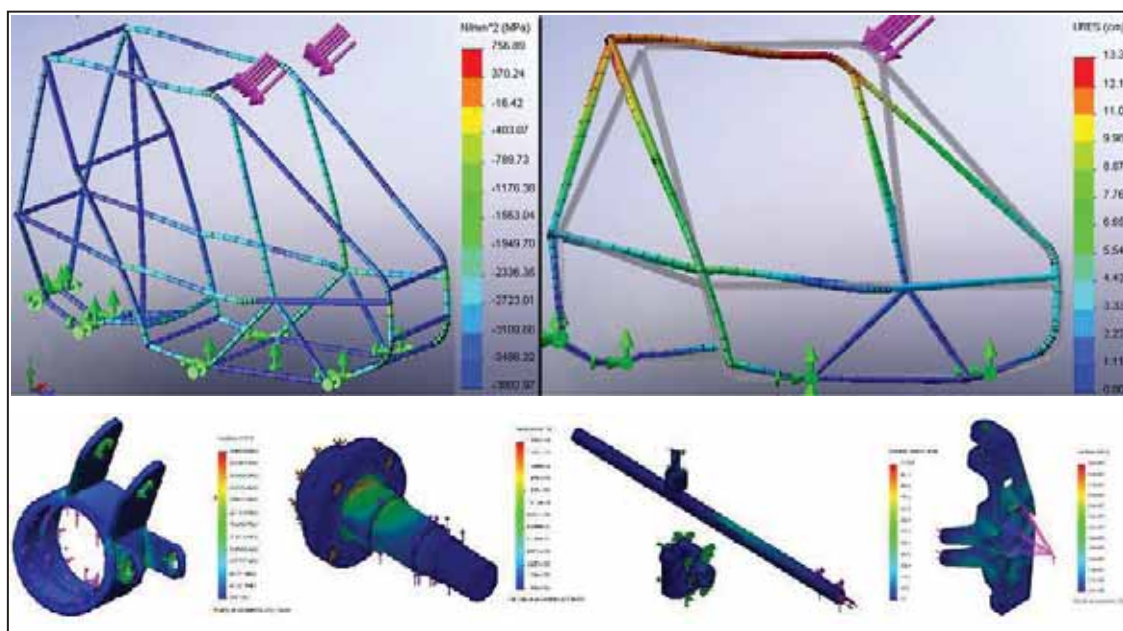


Figura 11 - Simulações via Método de Elementos Finitos (MEF)

A busca por novas tecnologias e inovações também faz parte da estratégia da equipe e está incluída no desenvolvimento do protótipo Baja SAE.

Alguns componentes fabricados com materiais como fibra de carbono, nylon e kevlar e fibras naturais, reduzem a massa total do veículo sem prejuízos com relação à resistência e durabilidade. Na Figura 12 verifica-se alguns componentes como pedais, assoalhos, cubo de volante e proteção de tanque de combustível.



Figura 12 - Componentes fabricados com materiais alternativos (ARQUIVO PESSOAL, 2011)

Além das inovações relacionadas a novos materiais, o projeto Baja SAE inclui em seu campo de pesquisas novos desenvolvimentos também no campo da engenharia elétrica.

Desde o protótipo MB0809 tem-se desenvolvido métodos de aquisição de dados, a telemetria, por meio de um computador de bordo totalmente desenvolvido e construído pela equipe. Com esta nova tecnologia embarcada é possível obter, em tempo real, medições de velocidade, rotação do motor, nível de combustível, entre outros.

Construídos a partir de micro controladores, sensores e placas de circuito impresso desenvolvidas especialmente para o projeto, como visto na Figura 13, o computador de bordo permite ainda guardar dados para uso posterior, por exemplo, para análises gráficas e quantitativas do desempenho do veículo.



Figura 13 - Componentes do computador de bordo (BERTOLETI, 2011)

Por fim, o produto final é visto na Figura 14, que cumpre com os requisitos da RBSB em sua totalidade e alcança os objetivos determinados, configurando em um projeto real de engenharia.



Figura 14 - MB1011 durante a Competição Baja SAE Brasil 2011 (ARQUIVO PESSOAL, 2001)

5 INFLUÊNCIAS DO PROJETO BAJA SAE

Com base nas informações dos capítulos anteriores, neste capítulo serão apresentadas as características que o projeto Baja SAE possui que o enquadra no cenário do ensino da engenharia e no desenvolvimento do aluno, formado pelas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia e pela proposta pedagógica da FEG/UNESP.

5.1 O Baja SAE e o ensino da engenharia

TELLES (1994) afirma que a estrutura atual dos cursos de engenharia, inclusive do Brasil, ainda é basicamente a mesma da *École Polytechnique*, não conseguindo dar a devida atenção às mudanças gerais que vem ocorrendo no chamado sistema produtivo. É o modelo tradicional de ensino existente para formar mão de obra e não um profissional multifuncional capaz de pensar e agir com flexibilidade e iniciativa.

Os cursos têm sido organizados, na maioria dos casos, considerando-se a divisão e a hierarquização das ciências em “básicas”, “básicas de engenharia” e “aplicadas de engenharia” ou profissionalizantes, conclui BRIGUENTI (1993). O autor ainda cita que a organização dos cursos de engenharia remete à formatação curricular com disciplinas excessivamente fragmentadas, pressupõe o aprendizado como acumulação de conhecimentos e não como integração das partes novas aprendidas com as partes anteriores.

Nota-se que o estudante de engenharia tem dificuldade em ver a relação prática entre as disciplinas e a contextualização dos diversos conteúdos do curso conta apenas com o trabalho de final de curso, que muitas vezes são desenvolvidos de forma teórica ou em laboratórios, e com o estágio curricular, comumente longe de atingir seus objetivos principais (CINTRA; OLIVEIRA, 2001).

Diante deste cenário, o propósito do projeto Baja SAE é ser uma das ferramentas para auxiliar na formação do profissional de engenharia que atenda às necessidades atuais, ou seja, profissionais autônomos, capazes de trabalhar em equipe, dotados de conhecimentos científicos, técnicos, sistêmicos e com uma visão do todo que compõe o mundo da sua profissão.

Por se tratar de um projeto real, o Baja SAE propicia ao aluno de engenharia a oportunidade de aprender dentro de contextos da prática profissional, onde todas as áreas são integradas, os conhecimentos compartilhados e os profissionais de diferentes setores

interagem a todo instante. Isto é verificado, por exemplo, na captação de recursos financeiros na qual os alunos desenvolvem um plano de marketing e discutem o assunto com os profissionais das empresas interessadas em apoiar o projeto.

O projeto Baja SAE insere o aluno dentro do contexto profissional atual, onde a integração e o inter-relacionamento de diferentes áreas de atuação são condições preponderantes, como afirma GORNI (2009). O autor cita ainda que o processo de decisão e tomada de ações, integralmente aplicadas no desenvolvimento do projeto Baja SAE, não se concebe com atuações individualizadas e sem troca de informações e experiências. Sendo assim, um processo enriquecedor, que pressupõe a troca de informações e a interação de diversas formas do saber na obtenção de novas atitudes e posturas profissionais. O projeto e desenvolvimento de novas peças, por exemplo, é realizado em conjunto com a equipe ou empresa responsável pela fabricação das mesmas, verificando assim a possibilidade e viabilidade da peça ser fabricada.

Com base nestas informações, nota-se que o projeto Baja SAE se enquadra dentro das necessidades estabelecidas pelas diretrizes curriculares para os cursos de engenharia. Trata-se de um projeto multidisciplinar, onde as atividades abrangem toda a vida acadêmica do futuro engenheiro, mediando teoria e prática.

Mediando teoria e prática, o projeto Baja SAE faz com que o aluno desenvolva competências técnicas aliadas a um conhecimento mais profundo de todos os conteúdos previstos para sua formação humanística, como afirma AMARAL e COTOSKY (2007). Além disso, de forma que motivado e atuante, o aluno torna-se autor de seu próprio conhecimento, deixando de ser um simples receptor passivo de informações, redefinindo sua postura como elemento ativo no processo de aprendizagem.

A relação entre o ensino de engenharia e o projeto Baja SAE pode ser reconhecida como aprendizagem baseada em projetos. Esta metodologia é centrada na aplicação de conteúdos técnicos para o desenvolvimento de um produto final, onde é necessário aplicar conhecimentos em contextos práticos, logo é uma metodologia que desenvolve no aluno de engenharia as três habilidades necessárias ao engenheiro, definidas por CREMASCO (2009): habilidade técnica, humana e conceitual. Estas por sua vez, remetem ao desenvolvimento de competências características ao empreendedorismo, promovendo o desenvolvimento da criatividade e de soluções inovadoras através das atividades interdisciplinares, conforme afirma BLENKER e DREISLER (2006).

Por fim, percebe-se que o projeto Baja SAE é uma ferramenta capaz de auxiliar no cumprimento das diretrizes curriculares e projetos pedagógicos dos cursos de engenharia além

de ser um laboratório onde possibilita que se desenvolvam trabalhos de iniciação científica, trabalhos de graduação, como mostrado na Figura 15, etc.



Figura 15 - Otimização de suspensão de um veículo Baja SAE (LIMA, 2011)

5.2 O Baja SAE e o desenvolvimento do aluno

Segundo MAINES (2001), existem dois momentos na prática do ensino de engenharia: o momento de construção de conhecimentos e o momento de formação de habilidades ao futuro engenheiro.

O primeiro momento diz respeito ao ensino de engenharia propriamente dito, à aquisição de informações técnicas e conceituais, já discutidas anteriormente.

Em um segundo momento, foca-se na formação de habilidades. MAINES (2001) ainda estabelece a distinção entre elas da forma: habilidades técnicas e habilidades pessoais.

O conjunto de habilidades técnicas é definido como a capacidade em estabelecer soluções para problemas que envolvem conhecimentos técnicos e específicos. Envolve por exemplo a capacidade de leitura e expressão técnica, capacidade em modelar sistemas físicos reais, entre outros. Embora exercitado durante todo o período de graduação, este conjunto de habilidades é amplamente aplicado e desenvolvido no projeto Baja SAE, visto ser imprescindível ao exercício profissional.

MAINES (2001) define o segundo grupo em habilidades pessoais, que inclui capacidade de trabalhar em equipe, capacidade de comunicação escrita e oral, comportamento ético, espírito crítico, visão de conjunto, espírito empreendedor, capacidade de liderança, etc.

Embora não específicas da profissão, estas habilidades também são essenciais para o profissional da engenharia e cada vez mais exigidas pelo mercado, visto as posições ocupadas pelos engenheiros nas organizações.

O projeto Baja SAE coloca o aluno em contato com sua realidade profissional, que é o terreno ideal para se trabalhar as habilidades pessoais. O trabalho em equipe, por exemplo, desenvolve a visão compartilhada, que é definida como o foco que todos os envolvidos devem ter e compartilhar, sendo de fundamental importância o comprometimento de todos. Deste modo, desenvolve-se o domínio das práticas do diálogo e da discussão, como afirma CINTRA e OLIVEIRA (2001).

A estrutura organizacional da equipe de projeto Baja SAE fomenta o desenvolvimento das capacidades envolvidas neste grupo de habilidades. Cada diretor começa a desenvolver liderança no trabalho com sua equipe e a partir daí inicia o desenvolvimento da capacidade de não apenas produzir resultados, mas também de reproduzir e explicar o modo de conseguir estes resultados. Conseqüentemente, desenvolvendo a capacidade de comunicação.

Os desafios encontrados no desenvolvimento do projeto são responsáveis por desencadear atitudes muitas vezes criativas para a solução de problemas, transformando idéias em soluções. E, em um cenário cada vez mais competitivo, onde a competência, coragem e, acima de tudo, grandes idéias, o desenvolvimento destas habilidades faz dos alunos atuantes no Projeto Baja SAE profissionais criativos e disputados no mercado.

Enfim, nota-se desta maneira que o projeto Baja SAE também é uma exímia ferramenta no que diz respeito ao desenvolvimento da habilidade humana, que segundo CREMASCO (2009) é uma das habilidades necessárias ao engenheiro, capacitando-o de conciliá-la com a habilidade técnica e assim, desenvolvendo a habilidade conceitual.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se com a realização deste trabalho que mudanças no ensino de engenharia já são discutidas há alguns anos. Estudiosos do assunto já alertavam para as novas necessidades nas estruturas dos cursos de engenharia.

O perfil do engenheiro desejado pelas empresas atualmente requer muito mais que o domínio das habilidades técnicas. Espera-se que o aluno de engenharia tenha desenvolvido habilidades humanas durante o período em que esteve em sala de aula e que ao entrar no mercado de trabalho já possua capacidade em liderar equipes, comunicar-se adequadamente, entre outras habilidades, não tão exploradas durante o curso.

A proposta de trabalhos e projetos multidisciplinares já é incluída nas diretrizes de ensino de engenharia e propostas pedagógicas das instituições de ensino, porém nota-se que é raro tais trabalhos.

Contextualizar o projeto Baja SAE neste cenário através de opiniões não só de participantes ativos do projeto, mas também de idéias formalizadas através de especialistas em ensino mostrou que o objetivo principal do projeto, em colocar o estudante em contato com a realidade profissional, é integralmente alcançado e vem de encontro às necessidades de mudanças no ensino de engenharia.

Finalmente, pode-se concluir que a necessidade de mudanças é reconhecida por todos, porém adequar-se a estas mudanças requer esforço. Sendo assim, este trabalho alcança seu objetivo em mostrar que o projeto Baja SAE exerce um ótimo papel dentro destas necessidades não só a partir do entusiasmo de integrantes do projeto, mas também de estudos realizados por profissionais preocupados com o futuro do ensino de engenharia.

7 REFERÊNCIAS

AMARAL, C. T.; COTOSKY, K. R. Novas abordagens no Ensino Superior: Potencialidades do Ensino Interdisciplinar nos Cursos de Engenharia. In: Encontro de Professores da Educação Superior da Rede Privada de Minas Gerais, 4., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2007. p.354-363.

ALMEIDA, J. R. **Da teoria à prática: Gerindo uma equipe de competição Baja SAE segundo as práticas do PMBOK®**. 2009. 134 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação Lato-Sensu em Gestão Estratégica de Projetos) – Fundação Armando Alvares Penteado, São José dos Campos, 2009.

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia**. 2008, Florianópolis, UFSC.

BLENKER, P.; DRESILER, P. **Entrepreneurship Education at University Level - Contextual Challenges. Working Papers in Economics**, Tallinn University of Technology, School of Economics & Business Administration. p 21, 2006.

BRASIL. Parecer nº CNE/CES 1362/2001, de 12 dez. 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. 2001, 8 p.

BRASIL. Diário Oficial da União, **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. Brasília, Editora Nacional, p. 17, 2002.

BRIGUENTI, I.; **O ensino de engenharia na Escola Politécnica da USP: Fundamentos para o ensino de engenharia**. São Paulo, EPUSP, 1993.

CINTRA, M. A; OLIVEIRA, V. F.; Aprendizagem organizacional e educação em engenharia. In: COBENGE, 2001, São Paulo, 2001. 7 p.

COLLENCI, A. T. **O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. 2000; 131 F. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

CREMASCO, M. A. **A responsabilidade social na formação de engenheiros**. Editora Bookman, Porto Alegre, 2009.

GORNI, L. F. **Inter-relações entre Engenheiros Mecânicos e Designers Industriais: uma abordagem transdisciplinar e holística do processo acadêmico** 2008. 223 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009

KERZNER, Harold, PH, D., **Gestão de Projetos; As melhores Práticas**. Editora Bookman, Porto Alegre, 2006.

MAINES, A.; Ensino de Engenharia: Tendência de Mudanças. In: COBENGE, 2001, São Paulo, 2001. 5 p.

PLONSKY, G. A. Engenharia, engenharias e reengenharia. **Revista Politécnica n. 211**. P.14-15, 1993.

UNESP/FEG. **Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Mecânica**, 2006, Guaratinguetá,

SACADURA, J. F. **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica**. Florianópolis, UFSC. p. 13-27, 1999.

SAE BRASIL. **História da SAE International**, 2011. Disponível em: <http://www.saebr.org.br/about>. Acesso em 15 set. 2011.

SILVA, J. F. Uma definição formal para engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia – ABENGE**. n. 17, p. 11-18, 1997.

TELLES, P. C. S. **História da engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, p. 27, 1997.

WEINBERG, M. O perfil do jovem talento. **Veja**, São Paulo, 4 jun. 2003. p. 17.

8 BIBLIOGRAFIA

ASSIS, L. F. S. **Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade.** informe PADCT (IV), mar. 1993. p.17.

BAJA PIRATAS. Disponível em <<http://bajapiratas.wordpress.com/about/>>. Acesso em: 15 Set. 2011.

BERTOLETI, P. H. F. **Desenvolvimento de um computador de bordo para veículo Baja SAE.** 2011. 52 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

BRASIL. **Ministério da Educação e Cultura. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Brasília, MEC, 1997.

GILLESPIE, T. D. **Fundamentals of Vehicle Dynamics.** Society of Automotive Engineers, USA, 1992

LIMA, L. Z. **Otimização do braço inferior da suspensão dianteira do veículo Baja utilizando o Método dos Elementos Finitos.** 2011. 41 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

NORTON, R. L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada.** Editora Bookman, Porto Alegre, 2004

PAVIANI, J.; BOTOMÉ, S. P. **Interdisciplinaridade: disfunções conceituais e enganos acadêmicos.** Caxias do Sul, EDUCS, 1993. 78p

SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R.; BUDYNAS, R. G. **Projeto de engenharia mecânica.** Editora Bookman, Porto Alegre, 2005

TELES, P. C. S. **História da Engenharia no Brasil** (Vol. I – séc. XVI a XIX, vol. II – Séc. XX). Rio de Janeiro: Ed. Clavero, 1994. 650p. (Vol. I) 753p. (Vol. II).