UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

METODOLOGIA PARA A APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM ORIENTADA POR PROJETOS (AOPj), NOS CURSOS DE ENGENHARIA, COM FOCO NAS COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS

ADRIANO CÉSAR SANTANA

ORIENTADOR: HUMBERTO ABDALLA JÚNIOR
CO-ORIENTADOR: TITO DIAS JÚNIOR

DOUTORADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PUBLICAÇÃO: PPGENE.TD - 033/2009
BRASÍLIA/DF: MARÇO/2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ADRIANO CÉSAR SANTANA

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

APROVADA POR:

Humberto Abdalla Júnior, Doutor, ENE/UnB
(Orientador)

Luís Fernando Ramos Molinaro, Doutor, ENE/UnB
(Examinador Interno)

Tito Dias Júnior, Doutor, ENM/UnB
(Examinador Interno)

Dianne Magalhães Viana, Doutora, ENM/UnB
(Examinadora Externa)

Manoel Lucas Filho, Doutor, LARHISA/CT/UFRN
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 13 DE MARÇO DE 2009.

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTANA, ADRIANO CÉSAR
Metodologia para a Aplicação da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), nos Cursos de Engenharia, com Foco nas Competências Transversais [Distrito Federal] 2009.
xiii, 163, 297 mm (ENE/FT/UnB, Doutor, Engenharia Elétrica, 2009).
Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.
1. Ensino na engenharia 2. Aprendizagem por projetos
3. Competências transversais 4. Projetos
I. ENE/FT/UnB II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTANA, A. C. (2009). Metodologia para a Aplicação da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), nos Cursos de Engenharia, com Foco nas Competências Transversais. Tese de Doutorado, Publicação PPGENE.TD - 033/2009, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 163 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Adriano César Santana.
TÍTULO DA TESE DE DOUTORADO: Metodologia para a Aplicação da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), nos Cursos de Engenharia, com Foco nas Competências Transversais.
GRAU/ANO: DOUTOR/2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Adriano César Santana
SCRN 704/705 | Bloco D | Entrada 15 | Apartamento 301 | CEP: 70.730-640
Asa Norte | Brasília/DF | Brasil
adriano@unb.br

DEDICATÓRIA

À minha Esposa (Danielly Santana) e à minha Filha (Eduarda Santana).
Minhas amadas companheiras!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela luz, paz, saúde, inspiração, perseverança e por me permitir, mesmo em meio a tantas adversidades, conseguir sustentar o meu Casamento até o fim deste trabalho.

À minha amada esposa (Danielly Santana) pelas orações, pela amizade, paciência, presteza, pelo companheirismo, carinho, amor, pelas leituras documento da tese e apoio incondicional. À minha filha (Eduarda Santana), simplesmente, por existir em nossas vidas e nos alegrar tanto.

À minha Família, meus pais em especial, João Santana e Nildes Santana, meus irmãos, Alessandra Santana, Armando Santana e André Santana, meus sobrinhos, Geovanna, João Antônio, Vitor (Tinho), Morgana, Maria Clara, Andressa e Laís. Eles são as pessoas mais importantes para mim e exemplos de fé, vida e coerência. Peço a vocês desculpas pela ausência, pois apesar de toda distância, sempre estiveram presentes, seja nas conversas ao telefone, no meu pensamento ou em minhas orações, me guiando e ajudando a ter força para que conseguisse realizar meus objetivos.

Ao meu Professor e Orientador Dr. Humberto Abdalla Júnior, pela orientação e ajuda, pois sem isso este trabalho não teria acontecido. Agradeço também pela oportunidade e por acreditar em mim.

Ao meu Co-orientador Professor Dr. Tito Dias Júnior, pela orientação e oportunidade, amizade e presteza à mim e ao meu trabalho, deixando por tantas vezes a Família (Débora e Lucas) e se dedicando tanto à este ideal. Agradeço também pelas palavras de estímulo nos momentos mais incertos.

Ao Professor Dr. José Dinis Araújo Carvalho, que mesmo de Portugal (Universidade do Minho) sempre contribuiu de forma relevante, atendendo aos meus e-mails e ligações, confiando que poderíamos desenvolver um trabalho desta natureza.

Aos Professores (Walter de Britto Vidal Filho, Dianne Magalhães Viana, Aida Fadel, Mário Olavo Magno de Carvalho) por acreditar e participar (com suas disciplinas) desta tese e os Professores (Maria de Fátima Souza e Silva, e Marcelo Castro), confiando que poderíamos contribuir com a nossa Universidade de alguma maneira.

Aos Professores (Luis Fernando Ramos Molinaro e Eleuní A. de A. Melo), que participaram do Exame de Qualificação e contribuíram tanto para esta pesquisa.

Enfim, a todos aqueles, em especial ao Fabrício Braz (Família), Fábio Buiati, Flávio Elias, Roberto Zucca, Murillo Carvalho, Antônio Carvalho, Terezinha Rodrigues (Têca) e Wagner Motta (Família), que, muito torceram pela realização deste trabalho e torcem pelo meu sucesso profissional e pessoal.

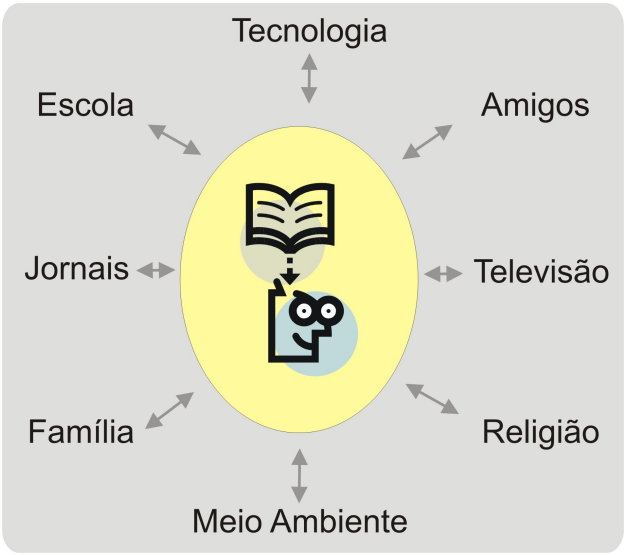
Muito Obrigado!

APRESENTAÇÃO

A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais [18].

A educação pode ser considerada, em uma perspectiva ampla, como um somatório de influências e interrelações sociais que convergem para a formação contínua de um ser humano no que se refere a sua personalidade, ao seu conhecimento e aos seus valores pessoais.

Segundo Paulo Freire *apud* Gadotti (1996), o espectro de elementos envolvidos na construção da educação de um ser humano é amplo, conforme figura abaixo, e o entendimento, em sua totalidade, desse processo complexo é objeto de estudo de uma área do conhecimento humano que é chamada de Pedagogia [59].



Gama de Influências na Formação do Ser Humano - modificada.

A pedagogia pode ser definida como a ciência ou disciplina cujo objetivo é a reflexão, a ordenação, a sistematização e a crítica do processo educativo. Na sua essência cooperam diversas áreas do conhecimento, tais como: psicologia, história, filosofia, sociologia, fisiologia, dentre outras.

Para Louis Not (1979), a pedagogia trata da possibilidade do aprendiz ter uma participação ativa ou passiva na construção e ou assimilação de um determinado conhecimento, envolvendo sempre três vértices nesse triângulo pedagógico: o conhecimento, o professor e o aprendiz [78].

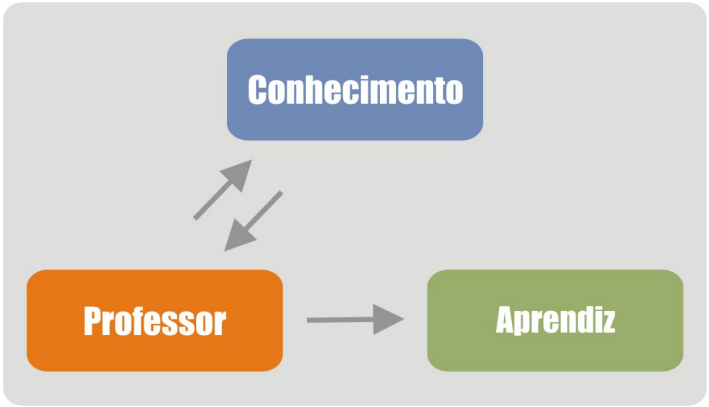
O conhecimento é um conjunto amplo de informação, desde aquelas sistematizadas (ciência) até os elementos culturais assistemáticos (cultura popular). O professor é o agente social que intermedia ou conduz o processo pedagógico. O aprendiz é o sujeito que não domina determinados conhecimentos (total ou parcialmente).

Not (1979) afirma que existem três modelos de sistemas pedagógicos de como um aprendiz apreende o conhecimento: heteroestruturação; autoestruturação; e interestruturação.

Heteroestruturação

A heteroestruturação compreende a maioria dos métodos, baseados na tradição (conhecimento já estruturado) e algumas tentativas de transformar o processo educacional em uma concepção cibernética, envolvendo as formas tradicionais de ensino. Segundo esse entendimento, o professor sabe algo e o processo de ensino é encarado como uma ação de transferência do saber do professor para o aprendiz.

Nesse tipo de estruturação pedagógica, o papel do professor é transmitir o conhecimento de forma correta e organizada. O conhecimento atinge o aprendiz por meio do professor.

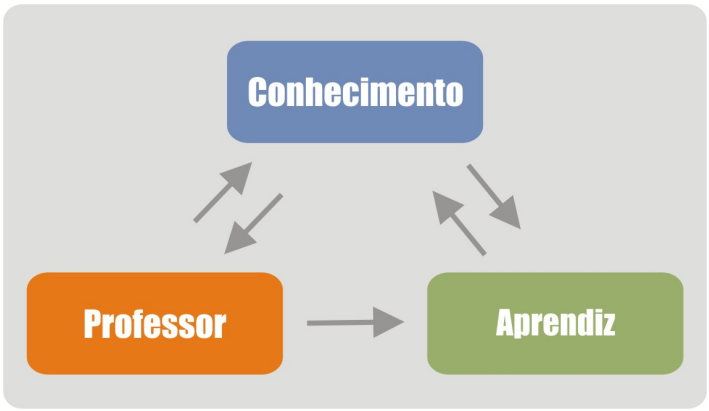


Heteroestruturação - o conhecimento é transferido ao aprendiz.

Autoestruturação

A autoestruturação compreende os métodos livres, chamados de pedagogias não diretivas, em que o conceito de motivação ocupa um lugar central. O conhecimento é apreendido pelo aprendiz em sua ação direta sobre o mesmo. O foco de ação do professor é o estudante, que motivado terá condições de aprender. Se o estudante não aprende é porque não teve interesse ou porque o professor não conseguiu criar um interesse.

Nesse tipo de estruturação pedagógica o papel do professor é o de motivador do aprendiz. O aprendiz age sobre o conhecimento segundo seu interesse e ritmo.



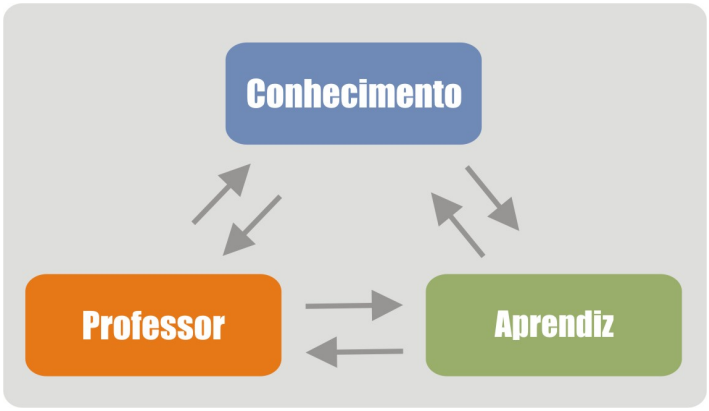
Autoestruturação - o aprendiz busca/complementa o conhecimento.

Interestruturação

A interestruturação compreende as linhas pedagógicas de princípio construtivista e sócio interacionistas, nas quais a ação do estudante sobre o conhecimento e sua transposição simbólica (construção do conhecimento por parte do sujeito) ocupa papel de destaque.

Nesse tipo de estruturação pedagógica o papel do professor é o de orientador no processo de ensino/aprendizagem para o estudante. O estudante interage com o conhecimento e, como resultado dessa ação, apreende elementos que são estruturados segundo a capacidade do aprendiz.

Admite-se implicitamente que um grau crescente de interação conduzirá o estudante a uma evolução constante do conhecimento. Percebe-se que o estudante está em uma posição privilegiada nesse processo de conhecimento, e que a aprendizagem ocorrerá segundo sua capacidade cognitiva (lógico-matemática). A capacidade se altera com o conhecimento crescentemente construído pelo sujeito. O fluxo de conhecimento é resultado da ação do sujeito sobre o conhecimento. O foco de ação do professor são as interações estudante/conhecimento.



Interestruturação - o aprendiz é o elemento ativo em sua formação.

Esse tipo de estruturação pedagógica (interestruturação) é baseada na teoria de Piaget (1973), em que o conhecimento é gerado por meio de interações do sujeito com seu meio. Assim sendo, a aquisição de conhecimentos depende tanto das estruturas cognitivas do sujeito como de sua relação com os objetos [84].

Segundo Piaget e Greco (1974), na construção do conhecimento, as concepções combinam-se às informações advindas do meio, na medida em que o conhecimento não é concebido apenas como sendo descoberto espontaneamente, nem transmitido de forma mecânica pelo meio exterior, mas, como resultado de uma interação, na qual o sujeito é sempre um elemento ativo, que procura ativamente compreender o mundo que o cerca e resolver as interrogações que o mundo provoca [41].

Morin (2000) afirma que Piaget nunca propôs um método de ensino, entretanto, sua teoria relacionada ao conhecimento e suas diversas investigações são utilizadas por psicólogos e pedagogos em todo o mundo. As implicações do pensamento piagetiano foram [76]:

- Os objetivos pedagógicos necessitam estar centrados no estudante.
- Os conteúdos não são concebidos como fins em si mesmos, mas como instrumentos que servem ao desenvolvimento evolutivo natural.
- Primazia de um método que leve ao descobrimento por parte do estudante ao invés de receber passivamente através do professor.
- A aprendizagem é um processo construído internamente.
- A aprendizagem depende do nível de desenvolvimento do sujeito.
- A aprendizagem é um processo de reorganização cognitiva.
- Os conflitos cognitivos são importantes para o desenvolvimento da aprendizagem.
- A interação social favorece a aprendizagem.
- As experiências de aprendizagem necessitam estruturar-se de modo a privilegiarem a colaboração, a cooperação e intercâmbio de pontos de vista na busca conjunta do conhecimento.

Para John Dewey *apud* BIE (2003), um dos seguidores de Piaget, dois importantes acontecimentos ocorridos nos últimos vinte e cinco anos trouxeram a baila a necessidade por novos métodos de ensino/aprendizagem (aprendizagem experiencial) e seus resultados e benefícios são ilimitados [57].

Primeiro, houve uma revolução na Teoria da Aprendizagem. As pesquisas em neurociência e em psicologia ampliaram os modelos cognitivos e comportamentais de aprendizagem - que dão sustentação ao ensino tradicional - e demonstraram que conhecimento, pensamento, ação e contextos de aprendizagem estão inextricavelmente relacionados.

Segundo, o mundo mudou. Quase todos os professores compreendem como a cultura industrial moldou a organização e os métodos das escolas nos séculos XIX e XX, reconhecendo que as escolas agora precisam se adaptar a um novo século.

Para Duch (2001), os líderes de negócio têm observado há tempos que o mercado de trabalho exige mais do que conhecimento especializado. Este é importante, é claro. O mundo precisa de profissionais que tenham conhecimento. Mas, no século XXI, ter conhecimento não é o suficiente [63].

Em qualquer área de trabalho profissional e/ou nível hierárquico as pessoas precisam ser capazes de contribuir com o seu conhecimento (parte técnica), bem como resolver os problemas, planejar as atividades, monitorar e avaliar os resultados e desempenho e comunicar suas idéias a públicos variados (parte não-técnica).

Além disso, cada vez mais participamos de pesquisas/projetos em equipes multinacionais, cruzando fusos horários, fronteiras geopolíticas, culturas e idiomas diferentes. Isto significa que devemos nos familiarizar com esta necessidade e nos preparar para dominar técnicas que existam e as que ainda estejam por ser inventadas [5].

Não há dúvida de que os atuais estudantes precisam tanto de conhecimento técnico (científico) quanto de habilidades não-técnicas para ter êxito em suas carreiras acadêmicas (cientista) e/ou profissionais (mercado de trabalho). Esta necessidade é determinada não apenas pelas demandas da força de trabalho por pessoas com alto desempenho que possam planejar, trabalhar em equipe e se comunicar, mas também pela necessidade de ajudar a todos a adquirir responsabilidade cívica e a dominar suas novas funções como cidadãos de um mundo em constante mudanças e cada vez mais globalizado.

Diversos autores têm se debruçado sobre esta problemática, na busca e/ou experimentação de novos métodos de ensino/aprendizagem que proporcionem aos estudantes a oportunidade de se desenvolverem de forma plena (desenvolvendo a parte técnica e a não técnica). Métodos alternativos têm sido estudados/experimentados, sendo um dos mais citados a Project Based Learning (PjBL) ou Project Led-Education (PLE) ou Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), que acabou por inspirar o tema deste trabalho.

Entretanto, na literatura atual, não existe ainda um guia sistemático (princípios, procedimentos, ferramentas e documentos de modelo) que objetive a operacionalização da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), em nível de graduação, bem como a experimentação deste conteúdo e sua comprovada viabilidade.

Além disso, carecemos também de uma contribuição, ao ensino/aprendizagem de graduação em engenharia, em relação à identificação e, principalmente, um método para o desenvolvimento das habilidades não-técnicas tão necessárias aos estudantes egressos de engenharia.

Este trabalho apresenta como resultado prático uma metodologia (guia sistemático) para a operacionalização que tais atividades exigem, experimentando e comprovando a viabilidade da adoção da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), sem que onere os professores, estudantes e a grade curricular, bem como demonstra que é possível desenvolver em um ambiente acadêmico, atividades colaborativas que estimulam os estudantes à buscarem o desenvolvimento das habilidades não-técnicas (competências transversais).

RESUMO

METODOLOGIA PARA A APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM ORIENTADA POR PROJETOS (AOPj), NOS CURSOS DE ENGENHARIA, COM FOCO NAS COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS

Autor: Adriano César Santana
Orientador: Humberto Abdalla Júnior
Co-orientador: Tito Dias Júnior
Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica
Brasília, Março de 2009

O Ministério da Educação, com relação ao ensino em engenharia, por meio de suas diretrizes curriculares, tem sinalizado na direção de cursos de graduação com currículos flexíveis, abordagem pedagógica centrada no estudante, permitindo que o futuro profissional tenha permanente articulação com a realidade profissional, ênfase na transdisciplinaridade, integração social e política, consciência ambiental e relacionamento entre a teoria e prática. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma metodologia para a implementação da aprendizagem orientada por projetos, buscando contribuir com outros enfoques para o aprimoramento contínuo do ensino de graduação. A elaboração didática de projetos foi a estratégia escolhida, por apresentar a mesma estrutura cognitiva (raciocínios, operações mentais, comportamentos, atitudes e posturas) da atividade profissional, bem como por caracterizar um contexto integrado de conceitos teóricos, atividades práticas, tomadas de decisão e vivências que deverão constituir o aprendizado dos estudantes. A Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) permite que os estudantes tenham articulação com a realidade profissional, relacionamento entre teoria e prática, desenvolvimento das competências transversais, como realização de atividades colaborativas, apresentação de idéias e problemas de forma adequada, comunicação oral e escrita, condução de reuniões, tomada de decisão, gerenciamento de conflitos e projetos. Este trabalho possui três características que o torna singular: grande número de estudantes envolvidos, aproximadamente 180 (cento e oitenta); envolvimento de estudantes de níveis diferentes, sendo 4o, 5o, 7o e 8o (quarto, quinto, sétimo e oitavo) semestres; pouca interferência dos professores junto aos estudantes, pois é esperado que eles sejam autônomos em seus trabalhos. Foram realizadas 3 (três) experimentações da metodologia proposta, neste trabalho, as quais aconteceram em 2007/2, 2008/1 e 2008/2. Finalmente, os resultados coletados são extremamente satisfatórios, uma vez que os estudantes têm se mostrado motivados, empenhados e a cada dia mais autônomos, responsáveis e assertivos nas tomadas de decisões nos projetos.

ABSTRACT

A METHODOLOGY FOR THE APPLICATION OF THE PROJECT-BASED LEARNING (PjBL), IN THE ENGINEERING, WITH FOCUS ON SOFT SKILLS

Author: Adriano César Santana
Advisor: Humberto Abdalla Júnior
Co-Advisor: Tito Dias Júnior
Program of Post-Graduation in Electric Engineering
Brasília, March 2009

The Ministry of Education, regarding engineering education, through its curriculum guidelines, has been working in the direction of graduation courses with flexible curriculum, pedagogical student centered approaches, allowing the professional future to have permanent articulation with the professional reality, emphasis on the interdisciplinary, social and political integration, environmental awareness, and relationship between theory and practice. This work suggest the developing of a methodology to implementation of the project-based learning, trying to contribute with other approaches to the continuous improvement of the graduate teaching, reporting the implementation of the project-based learning at the University of Brasilia. The use of didactic projects was the strategy chosen by the same structure cognitive (reasoning, mental operations, behaviors, attitudes and postures) of professional activity, and characterized by an integrated context of theoretical concepts, practical activities, decision making and experiences that should be the learning of students. The Project-Based Learning (PjBL) thread allows the students to have articulation with the professional reality, relationship between theory and practice, developing their soft skills, such as accomplishment of collaborative activities, explanation of ideas and problems in an accessible way, oral and written communication, conduct of meetings, decision making, conflicts management and projects management. This thesis employs three different subjects: involvement of students from different grades, being 4th, 5th, 7th and 8th grades; a great number of students, approximately one hundred and eighty; and little interferences of the professors, as it is expected that the students are autonomous on their works. We performed (3) three experience of the methodology proposed in this work, which happened in 2007/2, 2008/1 and 2008/2. Finally, the findings are extremely satisfactory, pointing out an increase of the student's motivation and commitment and to have more autonomy, responsibility and assertiveness in making decision throughout the projects.

SUMÁRIO

SUMÁRIO **xiv**

LISTA DE TABELAS **xvii**

LISTA DE FIGURAS **xviii**

1 INTRODUÇÃO **1**

1.1 QUESTÕES DA PESQUISA 8

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO 9

1.2.1 Objetivo Geral 9

1.2.2 Objetivos Específicos 10

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA 10

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 12

2 ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA **14**

2.1 NOVO CONTEXTO 16

2.2 NOVA UNIVERSIDADE 18

2.3 NOVA FORMAÇÃO AO ENGENHEIRO 19

2.4 NOVO PROFESSOR 23

2.4.1 Formação Docente 24

2.4.2 Estratégia de Aprendizagem 25

2.5 NOVOS MODELOS DE CURSOS 27

2.6 INOVAÇÕES CURRICULARES - UFABC E UFRN 33

2.6.1 A Estrutura Curricular - UFABC 33

2.6.2 A Estrutura Curricular - UFRN 38

3 APRENDIZAGEM ORIENTADA POR PROJETOS - AOPj **41**

3.1 UMA VISÃO HISTÓRICA 42

3.2 OS FUNDAMENTOS DA AOPj 43

3.3 OS BENEFÍCIOS DA AOPj 46

3.4 O MÉTODO DE PROJETOS - PMBOK 47

3.4.1 O que é um Projeto 47
3.4.2 Gerenciado um Projeto 50

4 APRENDIZAGEM E COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS 53
4.1 OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM 53
4.1.1 Os Tipos de Relacionamentos Coletivos 54
4.1.2 Teorias de Aprendizagem 56
4.2 AS HABILIDADES NÃO-TÉCNICAS NO SÉCULO XXI 59
4.2.1 As Habilidades de Base e Produtivas 60
4.2.2 As Sete Habilidades ao Sucesso Profissional 60
4.2.3 As Habilidades Desenvolvidas nos Projetos 63
4.2.4 As Habilidades enGAUGE 64

5 METODOLOGIA PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO 65
5.1 ETAPA 1 - PRÉ-PROJETO (PROFESSORES E MONITORES) 67
5.2 ETAPA 2 - PROJETO (ESTUDANTES, MONITORES E PROFESSORES) 68
5.2.1 O Ciclo de Vida do Projeto 69
5.2.2 Documentos e Instrumentos Utilizados 76
5.2.3 Ciclo de Vida do Projeto X Documentos/Instrumentos 79
5.3 ETAPA 3 - PÓS-PROJETO (MONITORES E PROFESSORES) 79
5.4 AS FERRAMENTAS DE APOIO 79
5.4.1 Sistemas de Avaliação 79
5.4.2 Ferramentas de e-Learning 82

6 IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 84
6.1 HISTÓRICO 84
6.2 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 85
6.2.1 Primeira Intervenção (2007/2) 86
6.2.2 Segunda Intervenção (2008/1) 89
6.2.3 Terceira Intervenção (2008/2) 91
6.3 A COLETA DOS DADOS 94
6.4 A ANÁLISE DOS DADOS 96
6.4.1 Aprendizagem por Projeto: cultura incipiente e desempenho 98
6.4.2 Aprendizagem por Projeto: autoaprendizado (tomada de consciência) 99
6.4.3 Maturidade Pessoal e Profissional dos Estudantes 101
6.4.4 Competências Transversais - Avaliação Quantitativa - Estudantes . . 104
6.4.5 Competências Transversais - Avaliação Quantitativa - Professores . 107
6.4.6 Caminhos para Superar as Dificuldades 108

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS **111**
7.1 CONCLUSÕES 111
7.2 CONTINUIDADE DA PESQUISA 114

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **116**

APÊNDICE A - GUIA DO ESTUDANTE **125**

APÊNDICE B - IDENTIFICAÇÃO PESSOAL E DISPONIBILIDADE **133**

APÊNDICE C - TERMO DE CONCORDÂNCIA DA EQUIPE **134**

APÊNDICE D - TERMO DE ABERTURA DO PROJETO **135**

APÊNDICE E - PLANO DO PROJETO **137**

APÊNDICE F - RELATÓRIO PARCIAL/FINAL **140**

APÊNDICE G - AVALIAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS NAS EQUIPES DE TRABALHO **141**

APÊNDICE H - AVALIAÇÃO DO PROCESSO EDUCACIONAL **142**

APÊNDICE I - AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO ESTUDANTE **143**

LISTA DE TABELAS

1.1 Legenda da Representação Gráfica da Pesquisa (figura 1.1). 4

2.1 Previsão de Investimento nos Programas de Educação (em milhares de reais). 16

5.1 As Três Etapas da Metodologia Proposta. 67
5.2 As Cinco Fases do Projeto. 70
5.3 Fase 1 - Apresentação - Envolvidos e suas Atribuições. 71
5.4 As Fases do Projeto e os Documentos Utilizados. 79

6.1 Resumo em Números nas 3 (três) Intervenções Realizadas. 86
6.2 Resumo das Menções das Equipes de Trabalho Participantes. 99
6.3 Resultado das Enquetes das Duas Questões (em %). 100
6.4 Resumo do Resultado Médio das Pesquisas de Evolução da Maturidade. . . 102
6.5 Os Itens que os Estudantes Mais Evoluíram - na Média. 103
6.6 Os Itens que os Estudantes Menos Evoluíram - na Média. 104
6.7 Evolução Média nas Competências Transversais (Estudantes). 106
6.8 Evolução Média nas Competências Transversais (Professores Observadores). 108

LISTA DE FIGURAS

1.1 Empresas avaliam Engenheiros e Escolas. [CNI/IEL/SENAI 2006] - resumida. 4

2.1 Crescimento do Número de Cursos de Engenharia no Brasil (1933-2005). . 15
2.2 Reorganização da Universidade Atual. 19
2.3 Os Quatro Eixos da Formação do Engenheiro. 20
2.4 Características Obrigatórias na Formação dos Engenheiros. 22
2.5 Evolução dos Cursos e Alternativas de Modelos Organizacionais. 29
2.6 Programa do Curso de Ciência e Tecnologia da UFRN. 40

3.1 As Nove Áreas do Conhecimento - PMBOK. 49
3.2 Os Cinco Grupos de Processos - PMBOK. 50

4.1 Um Mapa Conceitual de Navegação. 58

5.1 As Três Camadas de Informação - Nível Macro. 66
5.2 O Ciclo de Vida do Projeto com suas Fases. 69
5.3 As Principais Atividades na Fase de Apresentação do Projeto. 70
5.4 As Principais Atividades na Fase de Planejamento do Projeto. 72
5.5 As Principais Atividades na Fase de Execução do Projeto. 73
5.6 As Principais Atividades na Fase de Monitoramento do Projeto. 75
5.7 As Principais Atividades na Fase de Finalização do Projeto. 75
5.8 Fluxo de Trabalho Completo - Documentos - Ciclo de Vida do Projeto. . . . 76
5.9 Página da Web - Moodle. 83
5.10 dotProject - Ferramenta para Gerência de Projeto. 83

6.1 Primeira Intervenção - Avaliação dos Relatórios Finais. 88
6.2 Segunda Intervenção - Avaliação dos Relatórios Finais. 90
6.3 Terceira Intervenção - Avaliação dos Relatórios Finais. 94
6.4 Aplicação dos Formulários ao longo de uma Intervenção (semestre). 95
6.5 Média das Questões nas Intervenções - Concentração nos Itens 4 e 5. 101
6.6 Evolução Média nas Competências Transversais (Estudantes). 106

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIAÇÕES

UnB: *Universidade de Brasília*.

FT: *Faculdade de Tecnologia*.

ENM: *Engenharia Mecânica*.

$AOPj$: *Aprendizagem Orientada por Projetos*.

$PjBL$: *Project-Based Learning*.

PLE: *Project Led-Education*.

POL: *Project Organized Learning*.

PBE: *Project-Based Education*.

ABP: *Aprendizagem Baseada em Projeto*.

ABP: *Aprendizagem Baseada em Problema*.

PBL: *Problem Based Learning*.

PMI: *Project Management Institute*.

$PMBOK$: *Project Management Body of Knowledge*.

MEC: *Ministério da Educação*.

CNI: *Confederação Nacional da Indústria*.

EAP: *Estrutura Analítica do Projeto*.

WBS: *Work Breakdown Structure*.

EDT: *Estrutura de Divisão de Trabalho*.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, têm ocorrido vertiginosas mudanças em todos os aspectos de nossas vidas, em especial às oportunidades no mercado de trabalho, a condução de nossos negócios, o acesso às informações e a adoção da tecnologia da informação.

As organizações têm esperado por resultados mais eficientes de seus colaboradores a cada dia. O advento da globalização tem mudado não somente os vínculos empregatícios, como tem aumentado os esforços para se conseguir um emprego e, mais ainda, para se manter nele de forma eficiente, galgando ascensão hierárquica.

Este fenômeno afeta, particularmente, a engenharia, a prática do engenheiro e, consequentemente, o ensino/aprendizagem de engenharia, o que pode ser atestado pela grande expansão da base de conhecimento em ciência e tecnologia e pela rápida obsolescência de muito daquilo que é ensinado durante o período de formação profissional dos egressos de engenharia.

Para Felder (2006), o conceito de formação educacional para a engenharia tem que se renovar rapidamente, com a presença cada vez maior de componentes associados às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas e interpretar de maneira dinâmica a realidade. Os estudantes atuais precisam adquirir essas habilidades para que possam ter sucesso e adaptar às mudanças cada vez mais aceleradas no mercado de trabalho [51].

Segundo Von Linsingen *et al.* (2008), o paradigma da atuação dos engenheiros mudou dos fundamentos técnicos e científicos, no início do século XX, para a tecnologia da informação, no início do século XXI. Houve a transição da era industrial para a era da informação. Os engenheiros passaram de "práticos gerais" para "especialistas técnicos" na metade do século passado, chegando, agora, a "integradores de sistemas" e "arquitetos de produtos" [7].

Nesta perspectiva, BATEC (2007) questiona: "*O que as instituições de ensino, os educadores, empregadores e demais interessados têm realizado a respeito da renovação desta força de trabalho?*". A resposta para esta questão pode determinar não somente se esses estudantes egressos terão ou não empregabilidade, mas também definir os rumos da educação em engenharia e das instituições de ensino [16].

De acordo com Bazzo *et al.* (2005), em termos de evolução, se antes bastava ao egresso de engenharia o conhecimento tecnológico (especializado e focado) adquirido na escola (universidade), que lhe permitia trabalhar até se aposentar, atualmente os conteúdos se tornam rapidamente obsoletos e incompletos, correndo-se o risco de no ato da formatura, os métodos e as técnicas aprendidas durante o curso estarem superadas, além da ausência dos conhecimentos relativos à formação humanística. Na verdade, estamos diante de uma redefinição de valores, em que se exige tanto o capital técnico (formação científica) quanto o capital intelectual (habilidades não-técnicas) [46].

Para Silveira (2005), atualmente, os engenheiros recém-contratados pela Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A (EMBRAER) são introduzidos em um projeto para a criação de uma aeronave por completo. Exercitam um projeto em equipe, do início ao fim, em que as competências desejadas pela empresa possam ser desenvolvidas e exercitadas desde o princípio de suas carreiras profissionais [96].

Outra pesquisa recente, realizada pela Secretaria de Planejamento do Governo do Estado do Rio de Janeiro, para se identificar o perfil desejado aos engenheiros a serem contratados para trabalhar no setor elétrico daquele estado, sugeriu-se dois perfis com formações diferentes:

1. Engenheiro tecnológico - com forte preponderância da formação técnica, onde o conhecimento técnico dos sistemas de potência é o centro da formação.

2. Engenheiro social - com conhecimento técnico, adicionado de outras vertentes, com domínio dos contextos sociais, cultural, econômico e político. São empreendedores, devem estar preparados para trabalhar em equipe e gerenciar empreendimentos complexos.

Segundo Gama (2002), um exemplo interessante de mudança no campo de atuação é dado pelos engenheiros eletricistas, especialistas em sistemas de potência. No passado recente (há 20 anos), exigia-se que fossem apenas competentes em projetar e gerenciar sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Outras características, como liderança ou competência administrativa eram apenas mencionadas como desejáveis, não como determinantes. Temas como previsão da demanda de energia elétrica, projeto de construção de novas usinas, novas linhas de transmissão, determinação dos fluxos de potência etc., eram da alçada puramente técnica desses engenheiros, no máximo, dividindo a discussão com engenheiros civis (construção de barragens) e economistas (financiamentos) [60].

Atualmente, a construção de uma barragem (barreira artificial) pode ser adiada por anos (ou mesmo impedida) por razões ambientais, acionadas pelas muitas Organizações Não Governamentais (ONGs) dedicadas ao assunto. Por essa razão, deve ser cotejada com a possibilidade do uso de fontes alternativas de energia. Da equipe de projeto devem fazer parte engenheiros eletricistas e civis, advogados, economistas, geólogos, geógrafos e sociólogos, uma vez que a nova usina deve ser projetada a partir de uma clara visão histórica/social, considerando seus impactos ambientais, sociais e políticos, além dos legais e econômicos.

Congruente à essa realidade, nas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia, definidas pelo Ministério da Educação (2002), o desafio que se apresenta às escolas de engenharia brasileiras é formar engenheiros que atuem em um cenário com mudanças constantes. O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, mas que considere os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão gerencial e humanística, componentes agora presentes nos processos produtivos [20].

Os engenheiros egressos formados no país demonstram boa formação técnica - *hard skills*, porém com relação às habilidades relacionadas à formação não-técnica, denominada neste trabalho como às competências transversais - *soft skills*, como trabalho em equipe, relacionamento, comunicação, gerência de conflitos, gerenciamento de projetos etc., a defasagem é crescente.

Para confirmar esse panorama, o CNI/IEL/SENAI (2006), com vistas às propostas para modernização do ensino de engenharia no Brasil, encomendou duas pesquisas, em que se ouviram as opiniões de representantes de 120 (cento e vinte) grandes indústrias e 5 (cinco) renomados acadêmicos sobre o perfil esperado para o engenheiro egresso e o que está sendo realmente formado [15].

A Figura 1.1 apresenta de modo gráfico o resultado dessa pesquisa. O eixo vertical contém as notas dadas à atuação dos engenheiros nas empresas; o eixo horizontal, as notas dadas às escolas de engenharia, segundo cada uma das habilidades consideradas. Os eixos cruzam-se nas médias das notas de cada eixo.

Vale ressaltar que, o quadrante inferior direito, mostra as habilidades nas quais os cursos obtiveram boas notas, embora os profissionais que atuam no mercado não, enquanto o quadrante superior esquerdo traz a habilidade na qual os profissionais estão mais bem avaliados, embora esta habilidade “letra D” não seja associada pelas empresas à formação dada nas escolas.

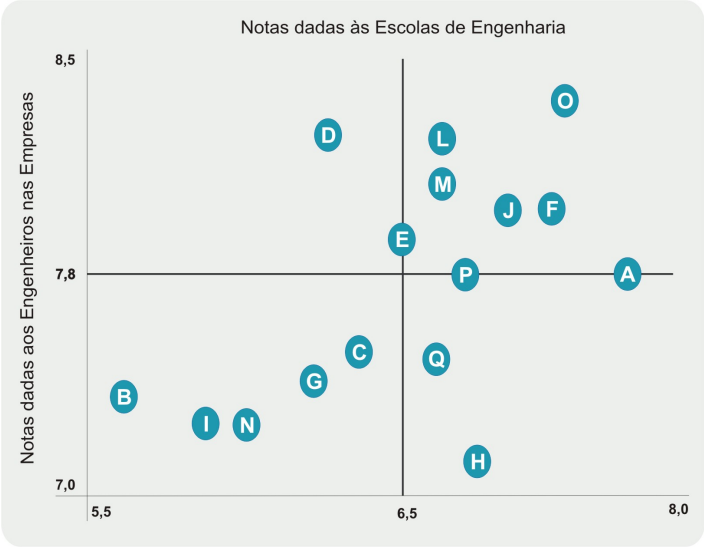


Figura 1.1: Empresas avaliam Engenheiros e Escolas. [CNI/IEL/SENAI 2006] - resumida.

Como destaque, o quadrante superior direito apresenta as habilidades nas quais profissionais e cursos receberam notas acima da média, enquanto o quadrante inferior esquerdo representa as habilidades nas quais tanto os profissionais de mercado como as escolas de engenharia tiveram notas abaixo da média.

Tabela 1.1: Legenda da Representação Gráfica da Pesquisa (figura 1.1).

A - Base teórica (matemática, ciências e engenharia).	**I - Habilidade gerencial.**
B - Liderança.	J - Aplicar técnicas de engenharia.
C - Conhecimentos em áreas correlatas.	L - Adaptar-se às mudanças do mercado.
D - Adaptar-se às demandas das empresas.	M - Solucionar problemas no contexto das empresas.
E - Gestão de processos.	**N - Espírito empreendedor.**
F - Diagnosticar problemas na engenharia.	O - Consciência da responsabilidade ética.
G - Comunicar-se de modo eficaz.	P - Trabalhar com grupos multidisciplinares.
H - Conceber projetos de pesquisas nas empresas.	Q - Criar processos que satisfaçam as empresas.

Pode-se observar, por meio das letras B, C, G, I e N, destacadas na Tabela 1.1, figuradas no quadrante inferior esquerdo, em que se apresentam as menores notas, que os engenheiros egressos deixam a desejar com relação às habilidades como liderança, conhecimento de áreas correlatas, comunicar-se de modo eficaz, habilidade gerencial e espírito empreendedor. A relevância dessa problemática é que estas habilidades são justamente às que têm sido exigidas de forma crescente pelo mercado de trabalho.

Esse é um fenômeno mundial. De acordo com um estudo realizado pelo IBID *apud* BATEC (2007), muitos empregadores americanos têm relatado que as políticas educacionais ame-

ricanas não têm conseguido acompanhar as rápidas mudanças e necessidades da demanda pela força de trabalho em engenharia e tecnologia. Foram ouvidos diversos administradores de grandes empresas, e de forma unânime, relataram que é frustrante a percepção do quanto os profissionais recém contratados são deficientes em relação às *employability skills* (habilidades empregatícias ou habilidades não-técnicas ou competências transversais ou soft skills) [16].

Nesse mesmo estudo, relata-se que diversas pesquisas, realizadas pelo mundo, apontam para um entendimento mundial dessa necessidade, e que o conjunto dessas habilidades inclui no mínimo as seguintes habilidades:

- Comunicar de forma eficaz (oral, escrita e público).
- Resolver problemas, entendendo os contextos (como, por que, quem, quando e quanto).
- "Engenhoso" e construtivo na resolução de problemas.
- Trabalhar em equipe e em colaboração.
- Ouvir e compreender os membros de equipe.
- Gerenciar e motivar equipes de trabalho.
- Focar na demanda dos clientes.
- Compreender conceitos, quando expressados em termos quantitativos.
- Desenvolver soluções práticas para problemas urgentes.

Para Ribeiro (2005), a cultura vigente na maioria das instituições de ensino em engenharia, principalmente naquelas que realizam pesquisa, também pode oferecer obstáculos à utilização de métodos de instrução que favoreçam o desenvolvimento de atributos profissionais, tais como: empreendedorismo, habilidades de estudo autônomo e de trabalho em equipe [92].

O individualismo, a competição excessiva e o isolamento do trabalho docente parecem ser contrários ao ambiente de cooperação entre os atores do processo de ensino/aprendizagem (estudantes, professores e administradores) imprescindíveis na implementação de tais alternativas educacionais.

Esta situação é ainda agravada pelo fato de a maioria do corpo docente de engenharia não ter formação pedagógica inicial ou em serviço, o que faz com que os professores venham a

favorecer métodos de ensino convencionais, que eles próprios viveram como estudantes, pois são mais simples e possibilitam um maior controle sobre o que acontece em sala de aula.

Os professores precisam refletir sobre sua atividade docente e mudar sua postura tradicional de especialista em conteúdo para treinador de aprendizagem. Para os estudantes, significa assumir maior responsabilidade por sua própria aprendizagem, com a compreensão de que o conhecimento que obtiverem com seu esforço pessoal será muito mais duradouro do que as informações transmitidas por outras pessoas.

De acordo com Masseto *et al.* (2007), para que exista eficácia no uso de técnicas para a aprendizagem, em um curso de engenharia, supõe-se necessariamente uma mudança na postura do professor nos seguintes aspectos [72]:

- O professor, consciente do processo de aprendizagem, deve partir do princípio de que este faz de forma mais adequada com a participação e o trabalho do aprendiz, durante o tempo e no espaço da aula e em atividades extra-classe.
- Desempenhar o papel de mediador no processo de aprendizagem, com atitudes de parceria e trabalho em equipe.
- Necessita assumir a importância da tecnologia para ajudá-lo em sua docência, dispor-se a conhecer os recursos disponíveis na instituição.
- Perceber que três são os estágios que um docente precisa percorrer no uso de técnicas para aprendizagem de seus estudantes: a) conhecer e dominar o maior número possível de técnicas existentes; b) fazer adaptações técnicas para serem usadas com eficiência; c) criar novas técnicas que melhor atendem às necessidades.
- Precisa criar um clima de confiança entre os estudantes e entre eles e o professor, estimulando o interesse comum em aprender.
- Confiar no aprendiz, acreditando que ele é capaz de ter atitudes de parceria e co-responsabilidade pelo seu processo de aprendizagem.
- Finalmente, entender-se não mais como o *expert* que vem à aula para transmitir sua ciência e sabedoria, e sim como um planejador de situações de aprendizagem.

Para BATEC (2007), o grande desafio é: "*Como é que podemos prover aos estudantes de graduação a oportunidade de aquisição e prática dessas novas habilidades (capital intelectual), simultaneamente ao provimento das habilidades técnicas, sem onerar os professores, estudantes e a grade curricular em suas aplicações?*".

De acordo com Felder (2006), a resposta passa pela melhoria e adoção de métodos de ensino/aprendizagem mais modernos e eficientes. *"Você não pode preparar os estudantes (força de trabalho) do século 21 com conteúdos do século 20 em salas de aulas do século 19"*. As salas de aula e os métodos de ensino/aprendizagem têm mudado muito pouco ao longo dos tempos. Os conteúdos são ensinados às fileiras de estudantes, posicionados um atrás dos outros e os laboratórios são meras simulações para reforçar o que se encontra nos livros [51].

De qualquer forma, a despeito das prováveis dificuldades, vários autores reafirmam a necessidade de reformulação do ensino em engenharia e a adoção de métodos alternativos, de modo a prover às necessidades de formação desses profissionais, respondendo de forma integrada aos objetivos colocados pela literatura em relação à nova demanda de formação dos egressos de engenharia.

Segundo Silveira (2005), a percepção desses novos papéis e da necessidade de mudanças na formação dos engenheiros provocou o aparecimento de novas definições de engenharia e de programas visando estudar como formar o novo engenheiro. Partindo da hipótese de que a melhor maneira de gerar uma competência é expor o estudante às atividades contextualizadas que a exigem (de forma gradativa e organizada, evidentemente), percebe-se a relevância das metodologias didáticas que imergem os estudantes em um ambiente gerador de inovações e promovem o seu contato direto com o mercado de trabalho. Como exemplos podemos citar [96]:

- Educação Baseada em Projetos (Project Based Education), ou sua forma elaborada, o ensino concorrente.
- Currículos prevendo contato direto do estudante com empresas, quer através de estágios, quer através de projetos envolvendo o interesse e a participação de empresas.
- Imersão dos estudantes em um ambiente universitário aberto aos dois modos de produção de conhecimento, o que exige um novo paradigma universitário.
- Desenvolvimento da autonomia dos estudantes, tornando-os sujeitos de sua própria formação, o que exige novas formas de gerenciamento dos currículos e dos diplomas, onde a flexibilidade curricular e o aumento do número de opções oferecidas são essenciais.

Dentre as metodologias didáticas citadas, por Silveira (2005), o primeiro item, a Educação Baseada em Projetos, neste trabalho denominada por Aprendizagem Orientada por Projetos

(AOPj), vem sendo cada vez mais utilizada, segundo BATEC (2007), já que é conhecida por fornecer um treinamento para a sobrevivência no século XXI, proporcionando aos estudantes a oportunidade de aprender a trabalhar em equipe e realizar tarefas comuns. Exige que os estudantes monitorem seu próprio desempenho e suas contribuições à equipe de trabalho. Ela força os estudantes a confrontar problemas inesperados e descobrir como resolvê-los, além de oferecer tempo para se aprofundar em um assunto e ensinar ao outro o que aprendera [16].

Para o BIE (2003), a Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) é a estrutura central sobre a qual se constrói o ensino e a aprendizagem de conceitos essenciais, e não uma atividade suplementar de enriquecimento a ser executada depois que o árduo trabalho de aprendizagem foi concluído. Ela não deve substituir os outros métodos em sala de aula. Entretanto, ela busca encorajar os professores a utilizar sua experiência e seu conhecimento para combinar projetos e métodos convencionais de ensino, formadores de um todo integrado que ofereça aos estudantes uma rica combinação de conteúdo, habilidades e oportunidades de crescimento acadêmico e pessoal [57].

1.1 QUESTÕES DA PESQUISA

Qual deve ser a metodologia ideal que auxilie as instituições de ensino, na construção de um novo ambiente de ensino/aprendizagem, nos cursos de engenharia, de modo que envolva, explicitamente, uma nova proposta de estratégia didático-pedagógica para o desenvolvimento das competências transversais nos estudantes de engenharia?

A partir desta questão, foram adotadas as seguintes hipóteses:

- Hipótese 1: Até que ponto, as universidades têm conseguido desenvolver os perfis de formação, na engenharia, indicados à necessidade atual do mundo globalizado. As considerações atuais, que norteiam os currículos locais, em cada escola (universidade), devem ser atualizados de acordo com a frequência atual.

- Hipótese 2: O ensino de engenharia possui uma estrutura flexível que seja capaz de integrar elementos de natureza multidisciplinar e complexa, relacionados à cultura profissional de engenharia, comportando, enquanto elementos didáticos, a mesma flexibilidade para integrar conteúdos teóricos e práticos de todas as áreas afins de atividade profissional.

- Hipótese 3: A elaboração de projetos de Engenharia constitui uma ferramenta pedagógica capaz de emular, didaticamente, os processos cognitivos fundamentais ao

estudante egresso de engenharia, constituindo-se em uma ferramenta da formação do engenheiro, integrando de forma dinâmica e criativa conhecimentos teóricos e práticos complexos.

- Hipótese 4: A adoção de um método de instrução (ensino/aprendizagem) alternativo, baseado nos princípios da Aprendizagem Orientada por Projetos, em um currículo convencional de engenharia, tem proporcionado efetivos ganhos à formação dos estudantes de engenharia.

Desta maneira, uma vez identificadas as hipóteses deste trabalho, definiu-se os objetivos, cujo cumprimento responderá à questão alvo de pesquisas, discussões e trabalhos atuais.

Como melhorar o ensino de graduação, alinhando às necessidades de formação atuais, nos cursos de engenharia, nas universidades brasileiras, utilizando métodos alternativos de instrução?

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como intuito, apresentar por meio de pesquisas bibliográficas e experiências práticas, uma forma de trabalhar a Aprendizagem Orientada por Projetos, em consonância com o projeto pedagógico tradicional, utilizando o conceito de projetos, como ferramenta auxiliar no desenvolvimento das competências transversais (habilidades não-técnicas) e na formação de indivíduos autônomos, criativos e críticos, que visem à transformação educacional, profissional e social dos estudantes de engenharia.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver e Experimentar uma Metodologia para a Implementação da Aprendizagem Orientada por Projetos nos cursos de Engenharia, enfatizando o desenvolvimento das competências transversais.

Para tal fim, é necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica para se identificar o cenário atual e as necessidades do ensino de engenharia, analisando à luz da realidade encontrada atualmente nas universidades.
- Elaborar um conjunto de práticas para a sistematização da utilização de projetos, o qual contemple princípios, procedimentos, ferramentas e documentos de modelo.
- Investigar e analisar os aspectos institucionais e culturais locais que caracterizam o contexto de implementação da aprendizagem orientada por projetos no desenvolvimento das competências transversais.
- Discutir a adequação da aprendizagem orientada por projetos, realizando uma avaliação quantitativa e qualitativa da experiência (intervenções realizadas) e como foi implementada na Universidade de Brasília.

1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Como aponta a literatura, a escolha de uma metodologia de pesquisa recai sobre vários fatores, tais como: o fenômeno investigado, as hipóteses da pesquisa, o contexto envolvido, a cultura institucional relacionada, as características dos participantes da pesquisa e, principalmente, do pesquisador.

Para Silva (2001), uma pesquisa é um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos [31]. Medeiros (2003), afirma que, uma pesquisa significa procurar respostas às indagações/inquietações propostas, quando existe um problema e não se têm informações para solucioná-lo [74].

De acordo com ECO (2002) e Boaventura (2004), quanto à classificação, existem várias formas de enquadramento para as pesquisas. De forma clássica, uma pesquisa deve ser classificada, segundo a sua natureza, abordagem do problema, ao fim proposto e aos meios de investigação adotados [48] [10].

Desta forma, com relação à **natureza**, esta pesquisa pode ser definida como **pesquisa aplicada**, na medida em que se busca gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, além de envolver-se em verdades e interesses locais.

Quanto à **abordagem do problema**, pode ser vista como **pesquisa qualitativa**, por considerar que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa, não requerendo o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

Com relação ao **fim proposto**, é uma **pesquisa metodológica**, em que o estudo refere-se à elaboração de instrumentos de captação ou manipulação da realidade, associando-se a procedimentos, formas e maneiras para atingir determinado fim.

Por último, quanto aos **meios de investigação**, enquadra-se como um **estudo de caso**, uma vez que se circunscreve a uma ou poucas unidades, como uma universidade, empresa, um produto, órgão público ou mesmo um país, possuindo um caráter de profundidade e singular detalhamento. Este formato também se adequaria à escassez de sujeitos/participantes (estudantes e professores), uma vez que a AOPj não é um método de instrução comum no Brasil, sobretudo no ensino de engenharia.

De maneira geral, as etapas percorridas, nesta tese, foram divididas da seguinte maneira:

- Revisão Bibliográfica
  - Estudo geral de trabalhos na área de ensino em engenharia [34], [33], [23], [51], [25], [38], [93], [95], [99], [42], [30], [19], [43], [46], que mostrou uma visão geral do ensino de graduação em engenharia e das limitações existentes.
  - Estudo geral de trabalhos de aplicação da aprendizagem por projetos (problemas) no ensino de engenharia [40], [58], [45], [62], [66], [30], [94], [39], [4], [64], identificando experiências realizadas e suas limitações existentes.
- As intervenções foram realizadas em 3 (três) momentos:
  - Intervenção 1: Definição/Aplicação da Metodologia - Experiência 1 (2007/2).
  - Intervenção 2: Aplicação/Consolidação da Metodologia - Experiência 2 (2008/1).
  - Intervenção 3: Exigência de Protótipos nos Projetos - Experiência 3 (2008/2).
- Documentação do Trabalho
  - Coleta e análise dos resultados obtidos, identificação dos problemas enfrentados durante as intervenções e desenvolvimento/adaptação da metodologia, visando superar os problemas encontrados, elaborando um conjunto de práticas para a implementação da aprendizagem orientada por projetos.

– Redação do documento.

Desta forma, esta pesquisa busca elaborar e validar uma Metodologia para a Implementação da Aprendizagem Orientada por Projetos com foco no Desenvolvimento das Competências Transversais, considerando os aspectos relacionados ao planejamento, execução e controle das atividades, além de registro de comprovação no curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 7 (sete) capítulos, sendo o primeiro esta introdução. Compõem também o trabalho 9 (nove) apêndices, os quais contribuem com a estrutura da metodologia proposta, mostrando modelos e exemplos dos documentos utilizados nas intervenções realizadas.

O capítulo 2 versa sobre o ensino e a aprendizagem na engenharia, mostrando um histórico do ensino de engenharia no Brasil, a nova demanda existente para a educação em engenharia, o novo perfil de engenheiro necessário ao mercado de trabalho contemporâneo e as estruturas curriculares modernas da UFABC e UFRN.

O capítulo 3 apresenta a aprendizagem orientada por projetos, mostrando desde a gênese desse método de instrução, focando nas aplicações mais recentes pelo mundo, como a Universidade de Aalborg. Descreve o conceito de projetos, baseado no PMBOK, com ênfase nas áreas do conhecimento, nos grupos de processos e no conceito de gerência de projetos.

O capítulo 4 relata os estilos de aprendizagem (teorias de aprendizagem e tipos de relacionamentos coletivos), as principais habilidades não-técnicas (competências transversais) no século XXI, ressaltando a sua importância e uma descrição, relatando as principais habilidades necessárias à formação dos engenheiros.

O capítulo 5 apresenta a metodologia proposta, nesta tese, para a aplicação da AOPj, retratando os diversos questionamentos relacionados à um trabalho dessa proporção, os documentos e instrumentos que compõem a metodologia, o processo de controle dos projetos e as ferramentas tecnológicas de apoio utilizadas.

O capítulo 6 relata a implementação e análise dos dados coletados, nas intervenções realizadas, com a metodologia proposta, apresentando as intervenções realizadas no segundo semestre de 2007 (2007/2), no primeiro semestre de 2008 (2008/1) e no segundo semestre de 2008 (2008/2), em que foram envolvidos 7 (sete) professores, 6 (seis) disciplinas, 193 (cento e noventa e três) estudantes e gerando um total de 1.023 (mil e vinte e três) formulários de pesquisa coletados, no curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília.

O capítulo 7 descreve as considerações finais da pesquisa realizada, relatando um histórico das principais atividades realizadas para a elaboração desta tese, em torno da metodologia proposta, considerando os diversos questionamentos que surgiram até o momento atual, mostrando as contribuições deste trabalho ao ensino de engenharia e à Universidade de Brasília, e por fim apresenta as possibilidades de continuidade desta pesquisa.

2 ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA

A *École Nationale des Ponts et Chausseés*, fundada em Paris, em 1747, por iniciativa de Daniel Trudaine, é considerada como a primeira escola no mundo voltada para o ensino formal de engenharia e que diplomou profissionais com o título de engenheiro, tornando-se o primeiro estabelecimento de ensino de engenharia com tais características [37].

Segundo Telles (1994), no Brasil, a história do Ensino de Engenharia data seu início com a primeira Escola de Engenharia da Academia Real Militar criada em 4 de dezembro de 1810, pelo príncipe Regente, futuro Rei D. João VI, vindo substituir a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. Entretanto, a profissão de engenheiro no Brasil só foi regulamentada nacionalmente em 1933 pelo decreto federal n. 23.569, de 11 de dezembro de 1933, que "regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor". Neste decreto eram previstos os seguintes títulos de engenheiro: civil; arquiteto; industrial; mecânico; eletricista de minas e agrimensor; e ainda agrônomo e geógrafo [98].

No ano de 1946 existiam 15 (quinze) instituições de Ensino de Engenharia, havendo uma ampliação das Escolas de Engenharia no Brasil após a II Guerra Mundial (1939-1945), principalmente a partir de 1955, pois as mudanças ocorridas no aparelho econômico propiciaram a utilização intensiva da tecnologia. Houve grande influência norte-americana com o objetivo de remodelar as universidades no sentido de incrementar a educação técnica em prejuízo à formação humanística.

De acordo com Oliveira (2005), durante as décadas de 60 e 70 do século passado, o Ensino de Engenharia se expandiu por todo o território brasileiro. A economia deixou de concentrar-se exclusivamente em alguns estados, principalmente após o desenvolvimento econômico da segunda metade do século XX. Para atender a essa demanda, novas escolas superiores surgiram, assim como novas modalidades de cursos de engenharia. O "aparelho econômico" se transforma, havendo um investimento significativo na industrialização, consequentemente, grande influência no "aparelho ideológico" [81].

A Figura 2.1 apresenta o crescimento do número de cursos em engenharia no Brasil de 1933 a 2005 [81].

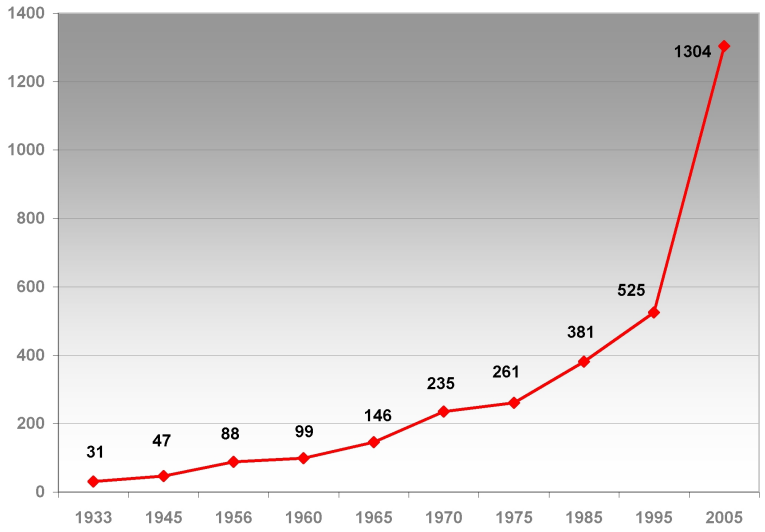


Figura 2.1: Crescimento do Número de Cursos de Engenharia no Brasil (1933-2005).

Em tempos recentes, o ensino em engenharia tem atraído a atenção de instituições e acadêmicos, particularmente, após o ano de 1995, quando do lançamento do Programa de Desenvolvimento das Engenharias (PRODENGE), e seus dois subprogramas: Reengenharia do Ensino das Engenharias (REENGE); e Redes Cooperativas de Pesquisa (RECOPE). Esses sub-programas tinham como intuito reestruturar e modernizar o ensino de engenharia e a condução de pesquisas nos setores alvos das ações definidas.

Especificamente, o RECOPE foi direcionado à criação de redes de pesquisas temáticas em todo o território nacional, considerando os seguintes temas principais: automação industrial; processos avançados de transformação metal-mecânica; aplicações da informática à engenharia; engenharia de transporte (transporte urbano de massa e corredores de exportação); engenharia agro industrial; engenharia e gestão de recursos hídricos; saneamento básico (lixo, esgoto); educação tecnológica (educação continuada e utilização de meios eletrônicos e computacionais).

O REENGE é considerado pela literatura como o marco inicial das discussões sobre os currículos e o ensino em engenharia no Brasil, depois de quase vinte anos, desde a elaboração da resolução (Resolução 48/76) que regia o ensino, desta área de conhecimento no país. Esta discussão envolvia os seguintes temas principais: flexibilidade curricular; diminuição das cargas horárias; diversificação do perfil profissional; interação entre o ciclo básico e profissional; valorização do conhecimento prático aprendido dentro e fora da escola; etc.

De acordo com MEC (2002), outro momento importante da história recente do ensino em engenharia nacional, aconteceu no ano de 2002 com a resolução da CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, a qual instituiu as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em engenharia no Brasil. Essa resolução define os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior [20].

Por último, e tão importante quanto os outros acontecimentos, porém com um espectro global, considerando o ensino de graduação como um todo, sob o decreto 6.096 de 24 de abril de 2007, foi instituído o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), o qual, evidentemente, contribuirá ao desenvolvimento do ensino de engenharia.

O REUNI tem como objetivo criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior, no nível de graduação, pelo melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais.

Com investimentos orçados da ordem de bilhões de reais (13.276 novos professores; 10.654 técnicos administrativos; 35.000 novas vagas de estudantes; 34 novos "campi"; 2.570 novos cursos de graduação, sendo 40 cursos de engenharia), nos próximos quatro anos, conforme Tabela 2.1, espera-se que os programas de ensino consigam gerar oportunidades de inovações no cenário de educação superior, permitindo novos mecanismos de seleção de estudantes, novas articulações curriculares e novos percursos formativos [21].

Tabela 2.1: Previsão de Investimento nos Programas de Educação (em milhares de reais).

ANO	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Investimento	305.843	567.671	593.231	603.232	-
Custeio/Pessoal	174.157	564.247	975.707	1.445.707	1.970.205
Total	480.000	1.131.918	1.568.938	2.048.939	1.970.205

2.1 NOVO CONTEXTO

Durante o século passado, a ciência permeou como nunca a visão de mundo das pessoas. Mudanças tecnológicas ampliaram a vida humana e o conhecimento se tornou um fator crítico de independência. Entretanto, as reformas educacionais nacionais ocorridas ao longo

do século XX ficaram aquém dos desafios e necessidades que ele próprio criou. Daí a intensificação, neste alvorecer do novo século, da busca de novos modelos educacionais que preparem as pessoas para participar, seja como profissionais ou como cidadãos, das difíceis decisões que deverão conformar o futuro [26].

Até o século XIX, o conhecimento humano parecia ter uma dinâmica essencialmente cumulativa, ainda que pontilhada por correções ocasionais de rumo. O extraordinário crescimento da ciência e da tecnologia ocorrido no século XX revelou a existência de uma dinâmica própria, mais complicada, que caracteriza a evolução do conhecimento em nosso tempo. A obsolescência deixou de ser um acidente, passando a ser um fato esperado e até programado [103].

Para Gama (2002), especificamente, na engenharia, o conhecimento é dirigido para a sua incorporação em artefatos que multiplicam as potencialidades da vida humana. Automóveis são dirigidos por motoristas que não precisam conhecer os princípios da mecânica nem da combustão. O mesmo ocorre com geladeiras, celulares etc., mostrando que o conhecimento tem notável capacidade de ser encapsulado em artefatos cujos usuários podem então esquecê-lo ou ignorá-lo, viabilizando a massificação da formação [60].

Diante dessa evolução contínua, os profissionais das áreas de engenharia e tecnologia, principalmente, precisam renovar o seu conhecimento várias vezes ao longo da carreira, se desejarem manter a sua empregabilidade. Isso nos levará a um processo contínuo de renovação cognitiva, conhecido como educação continuada. Ainda não está muito claro o papel que a Universidade terá neste processo, mas, tendo em vista o tamanho da população envolvida - no limite, a totalidade dos profissionais em atividade - é óbvio que a responsabilidade principal pela sua contínua re-educação deverá recair sobre os próprios profissionais e suas empresas, quando diretamente interessadas.

Nesta perspectiva, Gibbs (1992) salienta que, é função precípua da graduação preparar os futuros profissionais para conduzirem a sua educação continuada no futuro. Essa preparação deve privilegiar um conjunto de conhecimentos básicos e o desenvolvimento de atitudes de questionamento científico que, devidamente balizados pelo senso de responsabilidade social derivado da formação humanística, serão usados pelo futuro profissional como plataforma de educação e re-educação profissional ao longo da vida [61].

Segundo Silveira (2005), os cursos de graduação estruturados pela universidade durante o século XX, tanto no Brasil quanto no exterior, partem de pressupostos muito diferentes dos

descritos anteriormente. Os cursos tradicionais procuravam dotar o estudante de uma "bagagem" de conhecimentos que o acompanhariam pelo resto da vida, para serem usados na solução de questões pertinentes a uma problemática mais ou menos permanente [96].

Dessa forma, parecia razoável manter o estudante durante cinco anos na universidade antes de colocá-lo no mercado de trabalho, de onde ele provavelmente não voltaria mais. Hoje, porém, esse pressuposto está superado, uma vez que o profissional terá que renovar seus conhecimentos ao longo da carreira, mantendo para isso alguma forma de interação com a universidade. Daí a ênfase absoluta em uma preparação calcada em conceitos básicos e postura científica, mediada por visão humanística abrangente e aplicada, voltada para o enfrentamento de problemáticas novas e não em um conhecimento acabado para ser aplicado em situações repetitivas.

2.2 NOVA UNIVERSIDADE

De acordo com Silveira (2005), a sociedade norte-americana reviu o ensino de engenharia nos Estados Unidos sempre que grandes modificações ocorriam na sociedade. Revisões foram feitas no início do século XX, após a crise da bolsa de 1929, antes da segunda grande guerra, após a vitória nesta guerra, ao início da guerra fria e ao seu término. Em todos os casos, a revisão foi feita conjugando os ambientes acadêmico e o mercado de trabalho [96].

Este é um exemplo de que aquela sociedade, muito pragmática, compreendeu que a evolução nos processos produtivos vira as páginas da história, que os processos produtivos definem a função de engenheiro - e não o contrário. A liderança dos Estados Unidos no cenário mundial ao longo das últimas décadas deveu-se às suas conquistas científicas e tecnológicas e habilidade de aplicá-las nos processos produtivos.

A universidade moderna, apresentada pela Figura 2.2, não deve se restringir às limitações impostas por sua repartição em faculdades ou departamentos relacionados às disciplinas acadêmicas. As demandas sociais e dos mercados, em especial a necessidade de desenvolver recursos humanos com uma nova visão, não podem ser alcançadas sem a presença de um forte ambiente multidisciplinar universitário, orientado de acordo com problemas concretos colocados pelo mercado de trabalho, pela indústria ou sociedade.

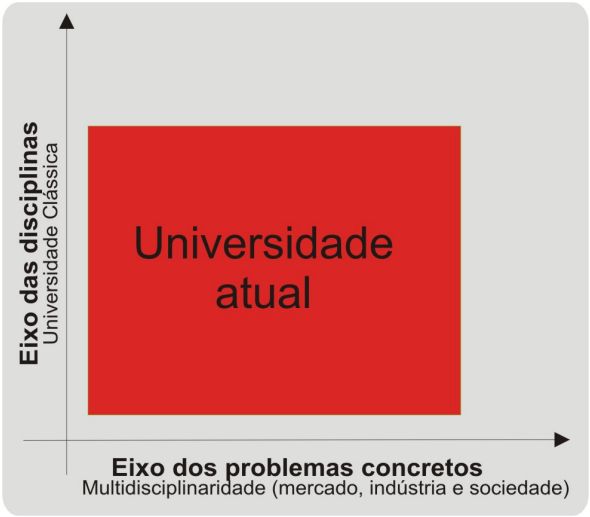


Figura 2.2: Reorganização da Universidade Atual.

Segundo Scarvada *et al.* (1997), transversalmente à divisão disciplinar, devem-se escolher problemas concretos, multidisciplinares, definidos a partir dos interesses do mercado, da indústria e da sociedade. Estes problemas devem cobrir interesses atuais e futuros: cabe à universidade ser prospectiva, porém sempre mantendo contato com a realidade atual [22].

2.3 NOVA FORMAÇÃO AO ENGENHEIRO

A nova dinâmica da construção do conhecimento e da transmissão da informação tem um reflexo, particularmente, significativo na formação do engenheiro. A velocidade com que os novos conhecimentos científicos e tecnológicos são gerados, difundidos, distribuídos e absorvidos pela sociedade em geral elimina das instituições educacionais a responsabilidade exclusiva de transmissoras de informações.

A transformação da aprendizagem em um processo autônomo e contínuo, aos egressos de engenharia, torna-se uma das grandes responsabilidades de todos os níveis educacionais e, principalmente, do ensino superior. Tal formação implica não apenas o domínio de tecnologias de informação e comunicação, permitindo o acesso aos conhecimentos social e historicamente acumulados, mas também a capacidade de selecioná-los, segundo critérios de relevância, rigor e ética, bem como de reorganizá-los e de produzi-los autonomamente [26].

Segundo Gama (2002), para melhor compreendermos esse fenômeno, devemos entender algumas definições: saber - é o conjunto de conhecimentos que a pessoa domina; competências - são aptidões para realizar conforme exigências definidas. Mais explicitamente, nos

saberes (eruditos e ensinados) temos conhecimentos e *savoirs-faire* (habilidades e atitudes), que, articulados, levam às competências. As habilidades podem ser gerenciais, interpessoais ou técnicas, e as atitudes são um estado de espírito que se reflete na conduta, sentimento e opiniões [60].

Felder (2006), diz que, o engenheiro contemporâneo deve ser um profissional que precisa qualificar-se em quatro atributos, conforme Figura 2.3, transcendendo a esfera puramente técnico-científica, chegando às esferas gerencial e humano-social. O novo engenheiro, e, consequentemente, a nova escola de engenharia, devem estar abertos para a sociedade, para seus desejos e necessidades, para seus aspectos políticos e culturais, todos agora afetando e aparecendo nos novos processos produtivos.

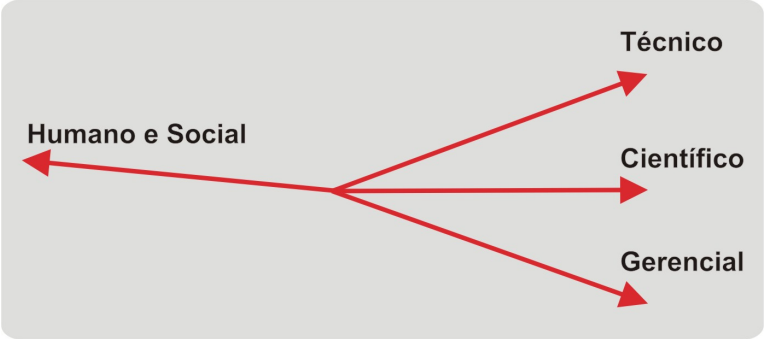


Figura 2.3: Os Quatro Eixos da Formação do Engenheiro.

Para o MEC (2002), o curso de engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado 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 [20].

Como há uma estreita ligação entre o engenheiro e as novas tecnologias, as recentes mudanças nos cenários nacional e mundial, como globalização da economia, terceirização, código de defesa do consumidor e o acirramento da concorrência inter-empresas, têm apontado para a necessidade urgente de atualizações profundas nos cursos de formação e preparação deste futuro profissional. A grande questão que perpassa este tópico é: *Como formar um profissional com características capazes de atender a essas exigências sociais, econômicas e tecnológicas?*.

Segundo Kelley (1999), buscando caracterizar um engenheiro completo que atue com ex-

celência, no contexto norte-americano, foram analisados os engenheiros em sua atuação e correlacionando as características pessoais à qualidade de seu trabalho. Concluiu-se que é mais importante atualmente as atitudes e habilidades de relacionamento, que um domínio excepcional dos conhecimentos técnicos, sem desprezar esse conhecimento [67].

A partir dessa pesquisa, nove atitudes e habilidades principais foram identificadas:

- Desenvolver iniciativas acima e além das descrições funcionais, preenchendo as lacunas da equipe, além de cumprir o que lhe está determinado, de forma a ampliar sua ação, beneficiando colegas e clientes. As expectativas sobre estas iniciativas dependem do nível de experiência: pequenas no início, grandes e arriscadas mais tarde.
- Montar redes informativas eficientes, ligando quem sabe de forma rápida. Construir, manter e operar redes de especialistas, compartilhando conhecimento para benefício mútuo.
- Autogerenciamento pró-ativo: desenvolver um portfólio de talentos e experiências de trabalho que adicione valor à empresa.
- Saber ir além de seu próprio ponto de vista, pesquisando as diferentes perspectivas envolvidas (colegas, clientes, fornecedores, usuários etc.).
- Trabalhar com os líderes de forma cooperativa para atingir os objetivos, com julgamentos críticos e independentes sobre o que precisa ser feito e como fazê-lo, mesmo havendo diferenças de personalidade ou de posição diante do trabalho.
- Contribuir positivamente para a dinâmica da equipe, ajudando seus membros a sentir-se parte dela, negociando conflitos e ajudando os outros a resolver problemas.
- Liderar com “l” pequeno: considerar as necessidades, habilidades, aspirações e capacidade de trabalho dos outros membros da equipe. Perguntar primeiro, nunca supondo conhecer tudo sobre os outros.
- Perceber que toda grande organização abarca interesses contraditórios, mas legítimos.
- Selecionar a mensagem correta para uma audiência específica ou a audiência correta para uma mensagem específica. Conhecer seu público e a ele adaptar a mensagem.

De acordo com Silveira (2005), a Figura 2.4 apresenta de forma esquemática as competências atuais como aparecem para a “indústria de ponta”. Já passou o tempo em que essas características eram restritas ao mercado de trabalho. Atualmente, elas já são necessárias o

suficiente para aparecerem, obrigatoriamente, em todos os cursos de engenharia, bem como que os egressos de engenharia tenham noções gerais de todos esses conteúdos. Entende-se por fundamentos (matemática, física, ciências da engenharia e conteúdos especializados); por engenharia (design, arquitetura, comunicação e integração de sistemas); por profissional (comunicação, equipe, networking, competências interpessoais); e por negócios (custos, cronogramas e planejamento) [96].

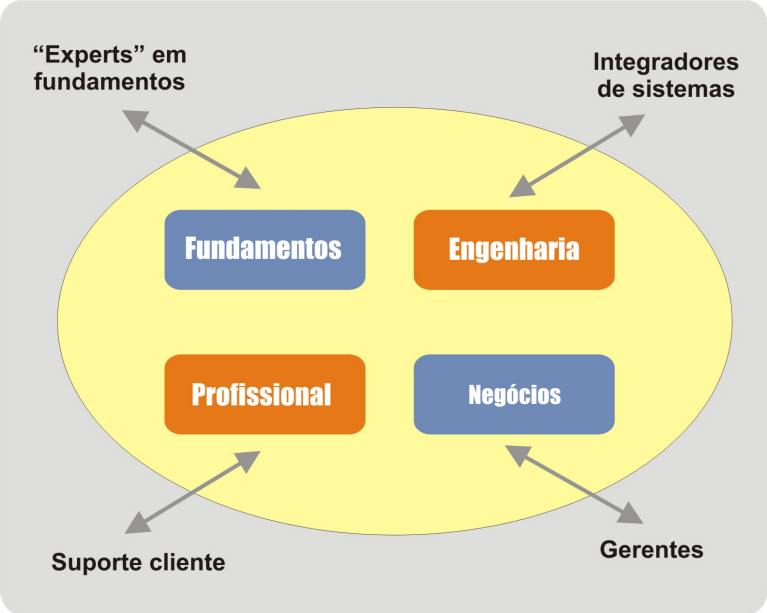


Figura 2.4: Características Obrigatórias na Formação dos Engenheiros.

Para Ribeiro (2005), esse relato é confirmado por muitos levantamentos de perfis de profissionais engenheiros encontrados na literatura. Os resultados desses levantamentos aparentam convergir bastante e dentre os atributos mais frequentemente citados encontram-se [92]:

- Conhecimentos - Conhecimentos dos fundamentos da engenharia (ciência e tecnologia) e das relações entre seus diversos ramos, além de conhecimentos em áreas tais como: computação, administração de empresas, finanças, satisfação do cliente, competição, riscos, tributação, leis e regulamentações, *marketing*, impacto da tecnologia no meio ambiente e nas pessoas etc.

- Habilidades - Desenvolvimento de projetos em laboratório ou em campo, análise de problemas, síntese de soluções referentes a práticas em uso, comunicação, trabalho em equipe, gestão de recursos e processos, autoavaliação e avaliação de pares etc.

- Atitudes - Ética, integridade e responsabilidade com os colegas, sociedade e profissão, preocupação com o meio ambiente, iniciativa, empreendedorismo, adaptabilidade, dis-

posição de procurar especialistas (*experts*) quando necessário, motivação e interesse pelo aprendizado autônomo e contínuo durante suas vidas.

Salum (1999), argumenta que, nesse mesmo sentido, as quatro escolas francesas "École Centrale" (Lille, Lyon, Nantes e Paris), decidiram, em conjunto, que as suas formações levariam seus egressos a possuir os seguintes valores, competências, conhecimentos e aptidões:

- Valores - Determinação, responsabilidade, disponibilidade, solidariedade, humanismo, tolerância, abertura, respeito, cidadania, amor próprio, humildade, honestidade intelectual, exigência e rigor metodológico.
- Competências - Empreender, exercer espírito crítico, criar, inovar, dominar a complexidade, desenvolver-se pessoalmente, abrir-se culturalmente, comprometer-se, integrar a dimensão internacional, comunicar, transmitir, liderar uma equipe, trabalhar em equipe, desenvolver uma visão estratégica da empresa, decidir e agir, saber relacionar e adaptar-se.
- Conhecimentos - Ciências fundamentais, ciências sociais e humanas, a empresa e seus setores de atividade e ciências do engenheiro.
- Aptidões - Capacidade de abstração, agilidade intelectual, capacidade de trabalho e rigor.

2.4 NOVO PROFESSOR

Segundo Albanese e Mitchell (1992), a característica principal dos professores dessa área de conhecimento é a carência de formação pedagógica. No ensino em engenharia, como acontece no ensino superior em geral, é bastante provável que a maioria dos professores das disciplinas básicas e específicas advenha diretamente de bacharelados e de programas de pós-graduação nos quais há pouco ou nenhum conteúdo ou prática pedagógica [2].

Linsingen *et al.* (2008) relatam que, os professores, de maneira geral, não estão devidamente preparados. De fato, preto no branco, não temos mesmo muitas "estratégias metodológicas" para trabalhar em sala de aula com base em realidades que pouco conhecemos. O ensino técnico, notadamente no Brasil, é "frio" demais, e tenta reproduzir uma neutralidade que não possui, esquece a historicidade dos fatos, põe de lado a árdua luta que realmente existe durante a construção dos aparatos técnicos e de seus conceitos e teorias, desconsiderando

as idiossincrasias e as histórias pregressas que os estudantes trazem consigo para dentro do ambiente escolar [57].

Nessa direção, Castanho *apud* Ribeiro (2005), afirma que no ambiente educacional convencional mesmo os bons professores trabalham na perspectiva de transmissão de conhecimento, o que é aceito ou até esperado pelos estudantes, pautando sua prática, em suas próprias vivências como estudantes, repetindo as experiências que consideram positivas e evitando as negativas, acarretando assim um ciclo de reprodução. Alguns professores podem até apresentar bem o conteúdo, mas desconhecem procedimentos que levariam os estudantes a desenvolverem autonomia intelectual e administrarem sua própria aprendizagem [92].

Becker (1993), argumenta que: "*ser professor deveria ser mais do que simplesmente ser detentor de um diploma técnico de nível superior. Não que consideremos esse passo desnecessário. Muito ao contrário! Lutamos inclusive, pela sua melhoria. Mas tratar estudantes da mesma forma - ou de forma muito semelhante - como tratamos os nossos objetos de trabalho - ferramentas, equações, sistemas técnicos - revela incongruências que transplantamos acriticamente para o processo educacional, e que não devem render bons frutos*" [8].

2.4.1 Formação Docente

Formar um profissional para trabalhar com assuntos técnicos não deve ser o mesmo que formar um profissional para preparar professores. Para sermos professores, devemos, antes de tudo, conhecer o conhecimento, mas não podemos deixar de lado um mínimo domínio de como se constrói esse conhecimento, tanto no âmbito coletivo quanto no âmbito individual. Um profissional da área técnica deve ser competente na sua especialidade, conhecer os materiais, processos, sistemas, as teorias, enfim, deve dominar com certa desenvoltura e discernimentos - talvez até tirocínio - aquilo que o distingue dos não-especialistas de seu campo de trabalho.

Bazzo (1997), questiona: *No que basicamente deve diferir o processo de formação do profissional do de formação do formador de profissionais?* Para formar formadores de profissionais técnicos, precisamos instigá-los e perturbá-los com a própria técnica, e construir junto com eles reflexões que permitam a ambos os participantes desse processo discernir com certa clareza as estruturas epistemológica, social e história que permeiam esta técnica. Devemos também instigá-los e perturbá-los dentro da lógica do raciocínio que permita internalizações de novos saberes. Para aprender um novo domínio de saberes não seria necessário abandonar uma antiga forma de entender a natureza, substituindo-a por outra mais interessante,

eficiente ou efetiva.

De acordo com Masetto (1998), é preciso ressaltar que a ausência de formação não reflete necessariamente desinteresse pelo ensino e não se deseja, obviamente, retornar a uma situação pre-existente em universidades públicas, anterior à reforma universitária de 1968 e ainda corriqueira em instituições privadas, na qual os docentes não desenvolviam pesquisas e eram meros transmissores de conhecimentos fixos e acabados. Sabe-se que muitos professores de engenharia, e das demais áreas, procuram nortear seu trabalho pelo princípio de indissociabilidade entre ensino e pesquisa [71].

2.4.2 Estratégia de Aprendizagem

Uma pesquisa realizada pelo departamento de Engenharia Química da Universidade de Cape Town (UCT), na África do Sul, levantou algumas dificuldades encontradas pelos estudantes graduados, durante a inserção no mercado de trabalho, destacando a deficiência para trabalhar em equipe, falta de preparo para atuar como líder e ausência de atividades práticas, que o aproximem de seu campo de atuação profissional [14].

Para Martin (2005), isso remete à reflexão sobre a eficácia do método de ensino tradicional, baseado exclusivamente em aulas expositivas. Nele, o professor é visto como único detentor do conhecimento, assumindo o estudante um papel passivo e secundário, no processo educacional. Ocorre então a necessidade de observar se o ensino está favorecendo o desenvolvimento das competências, habilidades e atributos, caracterizados pelo perfil profissional desejado.

Linsingen *et al.* (2008), argumentam que, salvo melhor juízo, em uma universidade nós não ensinamos a aprender. Nela, nós basicamente desfilamos conhecimentos já sistematizados e respaldados pela comunidade profissional - às vezes, só pelos participantes da academia. É possível que nos preocupemos excessivamente com o processo de ensino, e nos esqueçamos de deixar que os estudantes aprendam. Talvez pudéssemos criar situações, envolvendo necessariamente as temáticas de “nossas” disciplinas, que despertem curiosidades efetivas entre os estudantes, ou seja, que representem problemas que eles entendam de fato do que se trata.

Felder e Brent (2005), afirmam que cada estudante deve ter à sua disposição os elementos que o conduzam aos melhores resultados de aprendizagem e que supram as exigências

a que estarão sujeitos, em suas atividades profissionais futuras. Como decorrência do conhecimento dos estilos de aprendizagem, espera-se a mudança nas perspectivas individuais (motivação, atitude e comportamento) e nas perspectivas profissionais (recursos e competências essenciais) [54].

O desencontro que há entre estudantes e professores, em termos do processo de ensino e de aprendizagem, pode gerar baixa motivação em ambas as partes, baixo desempenho acadêmico e um nível de aprendizado muito aquém do esperado. À medida que ocorre o autoconhecimento da maneira preferida do professor de ensinar e das preferências de seus estudantes no aprender, representadas pelos estilos de aprendizagem, há um desenvolvimento pessoal e profissional interessante e o processo pedagógico torna-se mais rico e permite uma maior amplitude de análise.

Este autoconhecimento proporcionado pelo mapeamento das suas preferências, faz com que o estudante entenda o porquê de ter um desempenho superior, em certo tipo de disciplina, de gostar mais de algumas atividades do que de outras e permite que ele tenha consciência de seus pontos fortes e fracos e das características que precisa desenvolver, a fim de melhorar mais seu potencial.

Além disto, outro aspecto muito importante é o melhor entendimento que se desenvolve dos opostos, ou seja, o estudante passa a perceber as diferenças entre os seus colegas e aceitá-las com maior naturalidade. Como exemplo, pode ser feita uma comparação entre o ativo e o reflexivo. Quando trabalhando juntos, o ativo compreenderá que o reflexivo está procurando novas alternativas e não estagnado, como possa aparentar. Por outro lado, o reflexivo vai entender melhor a pressa do ativo em encontrar e implantar uma solução, eliminando assim, a aparência de que é apressado.

Para Felder (2006), é fato que a formação do engenheiro atualmente está envolvendo não apenas as habilidades técnicas, mas o desenvolvimento de atitudes, posicionamentos éticos e outras habilidades, às quais o conhecimento dos estilos de aprendizagem pode dar grande contribuição, uma vez que o domínio das técnicas (partes) não garante a formação do engenheiro como um todo (sistema) [51].

Além disso, esta informação pode ser muito útil aos docentes, no planejamento de atividades alternativas que favoreçam a aprendizagem ativa (jogos e simulações) e a aprendizagem colaborativa por meio, por exemplo, do trabalho em equipe, habilidade valorizada pelo mercado de trabalho. A diversificação das atividades dentro de sala de aula tem o objetivo de atingir

os diferentes estilos de aprendizagem, contribuindo também, para uma formação mais global do futuro engenheiro [14].

2.5 NOVOS MODELOS DE CURSOS

De uma maneira geral, o modelo organizacional dos cursos de engenharia não sofreu grandes alterações desde a criação da Politécnica de Paris (1795), que tem servido de modelo para a organização dos cursos desde então. O cerne da organização curricular dos cursos ainda é a divisão em básico, básico de engenharia e profissionalizante, com disciplinas fragmentadas e descontextualizadas em sua maioria [81].

As universidades são por tradição muito conservadoras, ao contrário do que elas pregam como ideal de atitude perante a vida e profissão para seus estudantes. As modificações são lentas e dependem em grande parte da renovação de quadros. O descompasso entre essas velhas estruturas curriculares e as novas necessidades do conhecimento humano, tem demonstrado esgotamento do modelo atual de educação em engenharia, conforme se pode verificar nas publicações especializadas que tratam da questão.

De acordo com Silveira (2005), como reflexão, na estruturação dos novos currículos de engenharia, deve-se prover respostas às questões colocadas a seguir:

- Quais perfis de formação para engenheiros são mais indicados para a situação atual?
- Como escolhê-los, diante de diferentes visões de futuro encontradas na academia e na sociedade, representando os mais diversos interesses? O que pode influenciar esta escolha, ou deve ser levado em consideração?
- Como considerar a situação local de cada escola e as mutações do mercado de trabalho?

Entretanto, para respondê-las, é preciso problematizar a questão. Discutir algumas das dificuldades a serem consideradas, incluindo a questão dos valores que permeiam a construção de um currículo. Devem ser atendidas seis demandas diferentes, eventualmente conflitantes, além de restrições históricas, legais e econômicas próprias ao país, à região, e à particular escola de engenharia:

1. Dado que o curso de engenharia pretende formar profissionais, deve atender às solicitações do mercado de trabalho, em geral resumidas em uma lista de competências,

conhecimentos a serem dominados e atitudes a serem desenvolvidas. Mas qual mercado de trabalho?

2. Trata-se da educação do futuro engenheiro, donde ser importante responder a algumas perguntas de cunho filosófico, a serem consideradas do ponto de vista da comunidade na qual está inserido o curso: qual cidadão e qual ser humano deseja-se formar, atento a quais valores, a atuar em qual sociedade? Qual o modelo de sociedade que temos em vista?

3. Como um curso formativo parte de uma demanda presente para uma atuação futura, em um mundo em mudança, deve atender às expectativas sobre as demandas futuras, lembrando que seus egressos irão participar do forjar o amanhã. Como prepará-lo para as demandas sociais (e tecnológicas) futuras?

4. Deve-se atender às expectativas dos estudantes atuais e dos possíveis candidatos, o que inclui as condições para que venha exercer os papéis sociais esperados (e sinalizados, habitualmente, pelo prestígio da escola), e a sua futura "empregabilidade", que varia de acordo com o mercado de trabalho a que se dirige (mercado mutável ao longo do tempo, de acordo com a maturação industrial e a situação econômica do país ou região), com os papéis sociais exercidos pelos engenheiros e com o perfil de formação próprio ao curso.

5. Quais as possibilidades e as oportunidades da instituição universitária que oferece o curso, considerando sua história, sua tradição, suas fontes de financiamento, sua localização (e daí o mercado de trabalho e o ambiente industrial em que está inserida), e o público que pretende atingir? Nesse sentido, não há um perfil ideal de formação, organizado a partir de uma definição abstrata desta atividade profissional, mas perfis apropriados a uma dada instituição, considerando seu contexto, suas possibilidades e suas intenções.

6. A bem de um certo pragmatismo político, quais as exigências dos sistemas e agências de credenciamento, reconhecimento e avaliação do curso?

No intuito de contextualizar melhor essa problemática, Oliveira (2005), na Figura 2.5, apresenta uma trajetória dos cursos de engenharia e a situação atual, mostrando que de todo modo, como o modelo atual tem se mostrado cada vez mais insuficiente para atender às demandas atuais, constitui-se em tarefa a ser considerada pelos profissionais da educação - que são todos os professores de engenharia - o desenvolvimento das bases desse novo modelo.

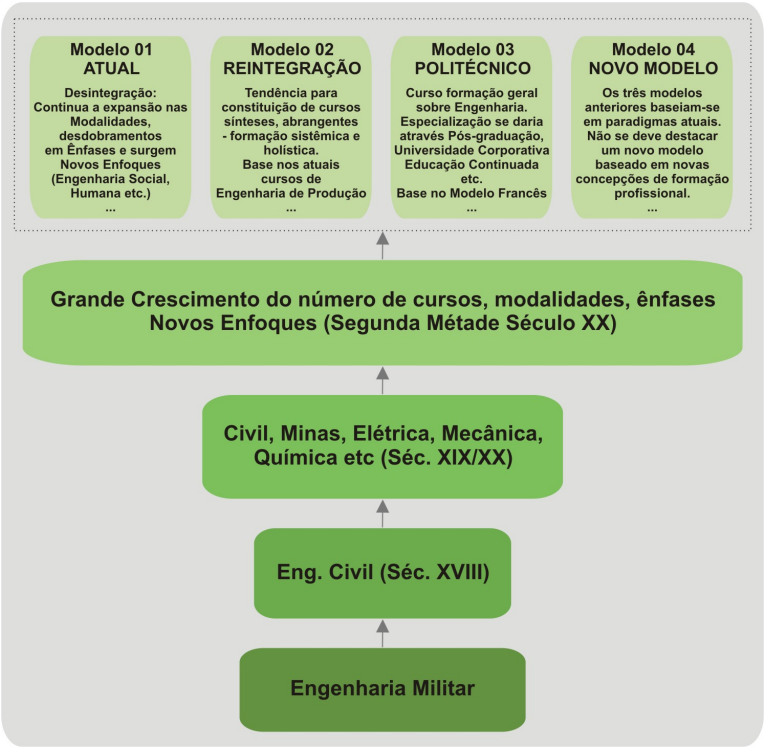


Figura 2.5: Evolução dos Cursos e Alternativas de Modelos Organizacionais.

O “modelo 01” é o atual, que, enquanto não se vislumbra um substituto, deve ser constantemente melhorado, tendo-se em vista as necessidades de formação profissional em engenharia na atualidade.

O “modelo 02” pressupõe uma reintegração a partir de cursos que possam sintetizar enfoques ou grandes áreas de conhecimento da engenharia. A base pode ser a organização dos cursos de engenharia de produção ditos “plenos”, que disponibilizam na graduação as principais subáreas relacionadas à gestão das organizações, tendo como pressuposto básico a visão dessa organização como um todo, propondo uma formação por enfoques, a especialização ficaria para a pós-graduação ou educação continuada.

O “modelo 03”, que alguns denominam de “francês”, por guardar relação com a Politécnica de Paris, pressupõe um curso de engenharia comum para qualquer modalidade, que disponibilizaria todo o conhecimento necessário, principalmente como base para todas as modalidades de engenharia.

O “modelo 04” seria desenvolvido a partir do rompimento com o modelo atual. Evidentemente, isso significaria uma revolução em todo o sistema educacional atual, desde o chamado “fundamental”, o qual teria de incorporar a concepção desse novo modelo. O modelo atual de formação na educação superior é estreitamente dependente da educação fundamental e

média. Portanto, torna-se praticamente impossível conceber um modelo novo sem alterações nos demais níveis de formação.

De acordo com UFABC (2006), considerando determinadas características do mundo atual e as necessidades de planejamento e organização do ensino e formação superior, destacam-se alguns elementos de impacto no delineamento de um currículo acadêmico [26]:

1. Mobilidade profissional - O jovem egresso da universidade vê-se diante de várias opções de trabalho que não se conformam aos padrões tradicionais. Ele deve estar e se sentir preparado para enfrentar os desafios profissionais dentro do espectro mais amplo possível das ofertas existentes.

2. Novas demandas da sociedade versus Profissões não regulamentadas - Algumas das novas profissões não são regulamentadas nem se encaixam nas definições clássicas. São caracteristicamente interdisciplinares envolvendo demandas novas da sociedade. Para dar alguns exemplos, citamos a preservação ambiental, o uso intensivo de comunicação, a crescente automação e informatização, requisitos de conhecimento de economia e gestão de empresas, uso racional de recursos naturais - energia, água, solo, a internacionalização da economia.

3. Especificidade da demanda de mercado versus perfil do profissional - Mesmo considerando as carreiras clássicas, não é mais possível formar um profissional pronto ou quase pronto para enfrentar os problemas práticos. As empresas são diversificadas, têm seus instrumentos próprios de trabalho. É impossível para a Universidade ser abrangente a ponto de atender a todo o espectro de demanda. Deve-se considerar que não estamos falando de um técnico com habilidades específicas, trata-se de uma formação universitária de quadros de profissionais. No caso da formação profissional a organização curricular deve ter a menor taxa de obsolescência possível, deve ser muito mais flexível e a educação continuada passa a ter um papel fundamental para que se evite a obsolescência prematura.

4. A organização curricular com ênfase nas ciências básicas - O conhecimento gerado a partir de pesquisas no campo das chamadas ciências básicas tem uma taxa de obsolescência muito mais reduzida do que as disciplinas profissionais. A organização de um currículo de educação superior razoavelmente estável só se entende com ênfase em disciplinas básicas. A formação profissional é muito mais dinâmica e deve estar em contínua evolução.

5. Oportunidades de negócios versus perfil do profissional - Historicamente, tem ocorrido um estrangulamento na oferta de empregos e a alternativa de se começar miniempre-

sas ou negócios individuais torna-se uma possibilidade importante e única em muitas situações.

Ainda no Projeto Pedagógico da UFABC, diz que, ao lado das metas quantitativas dispostas no Decreto nº 6.096/2007, a SESu/MEC entende que as universidades precisam assegurar que a reestruturação e expansão programada seja realizada com garantia de qualidade acadêmica. Além disso, há aspectos dispostos no mesmo diploma legal, que são altamente oportunos para o atual momento da educação superior brasileira e que devem ser tratados prioritariamente pelas universidades. Entre eles, destacam-se:

- A existência de flexibilidade curricular nos cursos de graduação que permita a construção de itinerários formativos diversificados e que facilite a mobilidade estudantil.
- A oferta de formação e apoio pedagógico aos docentes da educação superior que permitam a utilização de práticas pedagógicas modernas e o uso intensivo e inventivo de tecnologias de apoio à aprendizagem.
- A disponibilidade de mecanismos de inclusão social a fim de garantir igualdade de oportunidades de acesso e permanência na universidade pública a todos os cidadãos.

Para Bazzo e Pereira (1997), a compreensão do contexto histórico em que se desenvolveram as engenharias nos diversos países ajuda a quebrar as barreiras culturais. A educação continuada ou a aprendizagem ao longo da vida é exigência de um mundo em transformação acelerada e da tendência de envelhecimento da população, que leva a uma extensão da vida útil da força de trabalho. A introdução de conteúdos práticos e contextualizados desde o início do curso é essencial para a assimilação dos conteúdos teóricos dentro da perspectiva de sua aplicação prática criativa. Além disso, pode ser um importante fator de motivação para o estudante, ajudando a reduzir os índices de evasão [37].

Para isso, as novas abordagens alinhadas aos novos paradigmas de aprendizagem não devem centrar-se mais na transmissão do conhecimento e sim na sua produção, colocando o estudante como elemento ativo e interativo do processo de aprendizagem.

Ferreira (1999), diz que, no intuito de propor novas metodologias e meios de educação, que privilegiem atividades curriculares no estímulo ao desenvolvimento da criatividade, o senso crítico e uma atitude proativa, são formuladas sugestões para o ensino, estando agrupadas em três categorias: conteúdo, pedagógicas e complementares [56].

Conteúdo

- Forte embasamento em ciências e matemática - Imprescindível que seja de alta qualidade, tratando-se do ponto central da formação intelectual do profissional.
- Nem politécnica, nem especialista: formação personalizada - Nem saber um pouco de tudo, nem tudo de quase nada. Deve-se oferecer uma formação multidisciplinar aprofundada, obedecendo a vocação de cada um, através de amplo leque de disciplinas.
- Domínio das facilidades oferecidas pela informática associada ou não às comunicações eletrônicas - Ferramentas fundamentais para a prática profissional de todas as áreas tecnológicas, desde a busca de informações, passando pelo cálculo e desenho, até o acionamento de sistemas complexos de produção automatizada.
- Domínio de línguas mais usuais - Obviamente, a proficiência em "inglês" é mandatária.
- Visão humanística diante da profissão e dos interesses da sociedade - Equilibrar direitos e responsabilidades.

Pedagógicas

- Aprender a aprender - Trata-se da mudança de enfoque pedagógico mais importante para enfrentar a ameaça de obsolescência prematura advinda da dinâmica atual da evolução científica e tecnológica. Exige mudança radical no processo ensino/aprendizagem. O futuro profissional deverá aprender a aprender sozinho. Como conseqüência, aquilo que o estudante pode ler e entender, não deverá ser exposto pelo professor. Deverão ser utilizados meios eletrônicos complementares de ensino, manuseados individualmente pelo estudante na busca de conhecimentos (vídeo, CD-ROM, multi-mídia, internet etc.).
- Avançar no desconhecido - É fundamental que o futuro profissional seja bem familiarizado com a metodologia racional utilizada na pesquisa e no desenvolvimento experimental, e com a ambiência científica e tecnológica (seminários, revistas, redação técnico-científica, ética, valores, tradições, sistemas de informações, propriedade intelectual etc.).
- Saber fazer (com criatividade e ousadia) - Estudar, pesquisar, projetar, produzir. O profissional deve ser preparado para "fazer", sempre que possível, inovando. Ele deve ser desafiado a "fazer" na escola e/ou no setor produtivo (estágio supervisionado).

- Evitar excessiva compartimentação do conhecimento e de suas aplicações - A natureza é complexa e, portanto, "multidisciplinar". Nós é que compartimentamos o conhecimento, e criamos departamentos e disciplinas excessivamente estanques. Deve-se ensaiar novas estruturas organizacionais e novas maneiras de estudar, entender os fenômenos e suas aplicações e implicações. Dotar o futuro profissional de visão sistêmica.

- Capacidade gerencial e empreendedora - O profissional a ser graduado deve ter a capacidade de juntar meios de naturezas diversas (humanos, materiais etc.) organizá-los e empregá-los eficientemente para criar e produzir. Ele deve "fazer acontecer". Para tanto deve ter liderança e familiaridade com o trabalho em equipe.

Complementares

- Fim de "formatura" - Deve ficar claro que a chamada formatura não tem o significado expresso pela palavra. Deve ser encarada como um acontecimento social que marca a desvinculação do cidadão da escola e o início do seu "vôo solitário". Em áreas tecnológicas não há mais formação terminal.

- O professor também é estudante - O professor é um estudante normalmente mais velho e, necessariamente, mais experiente que seus alunos. Ele também deve ter presente que não está "formado". Todos professores devem ser estimulados a estudar e a produzir intelectualmente. Oportunidades para tal devem ser oferecidas.

- Intransigência com a qualidade - Diretriz geral para todas as atividades da escola e que deve ser transmitida aos futuros profissionais. Na competição local e global, não basta ser bom, é preciso ser ótimo.

- "Legitimar" conhecimentos - O sistema educacional formal não tem o monopólio do conhecimento. Hoje valiosos conhecimentos podem ser adquiridos fora do sistema. A escola deverá não só fomentar a busca de conhecimentos onde eles estiverem disponíveis, mas também aceitá-los oficialmente.

2.6 INOVAÇÕES CURRICULARES - UFABC E UFRN

2.6.1 A Estrutura Curricular - UFABC

A Fundação Universidade Federal do ABC (UFABC) é uma instituição pública federal de ensino superior localizada em Santo André, SP. No ano de 2004, o Ministério da Educação

(MEC), encaminhou ao Congresso Nacional o Projeto de Lei 3962/2004 que previa a criação da Fundação Universidade Federal do ABC. Essa lei foi sancionada pelo Presidente da República e publicada no Diário Oficial da União de 27 de julho de 2005, com o Nº 11.145 e datada de 26 de julho de 2005 [26].

A Universidade Federal do ABC (UFABC) "começou do zero" e, por conseqüência, com infinitas possibilidades de construir um novo modelo de ensino superior. Esse grau de liberdade permitiu ao comitê encarregado de propor a estrutura desta universidade, criando um plano acadêmico completamente novo, livre de amarras internas e de restrições externas.

Bacharelado em Ciência e Tecnologia (3 anos)

A UFABC propõe o Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, que deverá ser o carro-chefe da graduação. Com uma duração de três anos, conferirá aos graduandos um diploma que o habilitará a:

- Apresentar-se ao mercado de trabalho como cidadão de nível superior, dotado de visão atualizada da dinâmica científica e tecnológica na sociedade moderna, bem como de base analítico-conceitual necessária para futura profissionalização; ou
- Cursar Bacharelado em Física, Química, Matemática, Computação ou Biologia, com duração mínima de um ano, na própria UFABC; ou
- Cursar Licenciatura em Física, Química, Matemática, Computação ou Biologia, com duração mínima de um ano, na própria UFABC; ou
- Fazer um dos cursos de profissionalização em Engenharia da UFABC, com duração mínima de dois anos; ou ainda
- Candidatar-se ao Mestrado ou Doutorado em uma das áreas acima indicadas.

Assim sendo, o Bacharelado em Ciência e Tecnologia é a porta de entrada para um amplo conjunto de opções profissionais, todas elas assentadas sobre o mesmo substrato teórico conceitual. Todos os estudantes ingressantes na UFABC deverão cursá-lo, estabelecendo assim linguagem e visão comuns aos futuros físicos, engenheiros, químicos, matemáticos etc.

A proposta de estrutura curricular deve atender a novas demandas e não pode repetir o modelo atual. Não se trata de priorizar as disciplinas clássicas como tem sido reconhecido, ou

simplesmente incorporar novas disciplinas, mas sim de dar uma resposta abrangente, que contemple os cenários e as oportunidades indicadas anteriormente.

Desta forma a proposta curricular visa:

- Ampliar o currículo básico em extensão e profundidade no que diz respeito à Informática, Computação Científica, às Ciências Naturais, às Ciências de Engenharia e à Matemática.
- Estruturar o currículo profissional de modo a atender as demandas das tecnologias modernas e emergentes e incorporar disciplinas que permitam uma inserção mais rápida dos formandos na sociedade moderna.
- Incorporar disciplinas como a História da Ciência, História da Tecnologia e História do Pensamento Contemporâneo com o intuito de desenvolver a capacidade crítica no exercício da atividade profissional e da cidadania.
- Estimular e desenvolver nos estudantes as habilidades de descobrir, inventar e sistematizar, características respectivamente das Ciências Naturais, das Engenharias e das Matemáticas.
- Individualizar, ainda que parcialmente, o currículo de modo que o estudante possa desenhar sua formação profissionalizante de acordo com sua vocação e suas aspirações. Para isso é necessário um elevado grau de flexibilidade da matriz curricular da universidade.

Na realidade propõe-se que seja oferecida uma sólida e adequada formação básica que possibilite uma complementação de estudos posteriormente em outras áreas do conhecimento que não sejam Engenharia. Consideramos que cursos bem elaborados permitirão ao egresso uma flexibilidade suficiente para se adaptar às novas demandas do mercado de trabalho logo após a formatura.

A estrutura curricular divide-se em duas etapas:

1. Ciclos iniciais de três anos, conduzindo ao Bacharelado em Ciência e Tecnologia.
2. Ciclo complementar de um ano para licenciatura ou bacharelado específico (Física, Química, Matemática, Computação, Biologia) ou Ciclo profissional de dois anos para engenharia.

O ciclo inicial com duração de três anos confere o grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia e pode ser terminal. Isto é pode ser desenhado de modo a permitir ao egresso entrar no mercado de trabalho. Os estudantes que tiverem a intenção de prosseguir a formação para engenharia ou licenciatura após os três primeiros anos também poderão fazê-lo e para isso poderão desenhar parte do ciclo inicial de acordo com suas aspirações profissionais.

A UFABC será dotada de uma estrutura maleável e aberta, sem departamentos, permeável aos novos modos e ritmos de apropriação do conhecimento. Essa estrutura prevê, para o campus de Santo André, a existência de apenas três grandes centros: Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas; Centro de Ciências Naturais e Humanas; e Centro de Matemática, Computação e Cognição.

Centro de Ciências Naturais e Humanas

Compreende atividades de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de ciências naturais abrangendo ciências físicas, químicas, biológicas consideradas em um modelo integrado. Nesse centro também está incluída a área de humanidades que tem função complementar na formação dos estudantes e atua também de forma interdisciplinar com as ciências naturais em temas que envolvem o pensamento filosófico e a história da ciência.

Oferece disciplinas fundamentais para a formação dos estudantes, particularmente aquelas de caráter obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em ciências e tecnologia. Além disso, oferece formação e orientação acadêmica levando aos seguintes graus universitários: a) Bacharel e Licenciado em Física, Química e Biologia; b) Mestre em Física, Química e Biologia; c) Doutor em Física, Química e Biologia.

Centro de Matemática, Computação e Cognição

Compreende atividades de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de matemática pura, matemática aplicada, computação, sistemas complexos e modelagem consideradas em um modelo integrado. Este centro também irá cooperar intensamente com o núcleo de cognição a ser criado como um dos principais elementos de pesquisa integradores das atividades dos três centros universitários.

Oferece disciplinas fundamentais para a formação dos estudantes, inclusive aquelas de caráter obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em ciências e tecnologia. Além disso, oferece formação e orientação acadêmica levando aos seguintes graus universitários: a) Bacharel e Licenciado em Matemática; b) Mestre em Matemática e Computação; c) Doutor em Matemática e Computação.

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

Compreende atividades de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de engenharia que compõem o conjunto de opções oferecidas pela UFABC. Nesse centro também está incluída a área de ciências sociais aplicadas que tem função complementar na formação dos estudantes e atua também de forma interdisciplinar com as engenharias em temas que envolvem gestão, administração e economia.

O centro de engenharia, modelagem e ciências sociais aplicadas não está organizado em departamentos. A idéia fundamental é manter um ambiente de cooperação interdisciplinar tão extenso quanto possível. Isto se reflete em uma economia de disciplinas e em um enfoque que explora conceitos mais básicos e permanentes em lugar de tópicos estreitos.

Reconhecendo também a importância dos estudantes tomarem contato com a realidade profissional, a UFABC procurar suprir essa demanda através de duas ações: a) as disciplinas de caráter prático-profissional serão preferivelmente encomendadas a profissionais experientes que se associarão à UFABC na condição de conferencistas; b) implementação do estágio supervisionado.

Oferece disciplinas fundamentais para a formação dos estudantes nas diversas áreas de engenharia e coopera com a oferta de algumas disciplinas de caráter obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências e Tecnologia. Além disso, oferece formação e orientação acadêmica levando aos seguintes graus universitários: a) Engenheiro, nas áreas de concentração oferecidas; b) Mestrado em Engenharia; c) Doutorado em Engenharia.

O Marco Característico da Formação da UFABC

A UFABC é constituída por três centros acadêmicos por conveniência administrativa. O diálogo entre esses centros deve ser constante e concreto. Para auxiliar a viabilização dessa permanente interação propõe-se a criação de um grupo de disciplinas com a sigla (BAC), que estão distribuídas por áreas de conhecimento pertinentes a todos os três centros, mas que ficam diretamente subordinadas à pró-reitoria de graduação. A discussão dos planos pedagógicos deve promover a contínua interação dos docentes e revisão das disciplinas básicas. Dentro de cada centro promove-se a formação com as especializações adequadas a cada profissão.

As disciplinas obrigatórias desenvolvem-se ao longo dos seguintes seis eixos:

1. Estrutura da Matéria.

2. Processos de Transformação.
3. Energia.
4. Comunicação e Informação.
5. Representação e Simulação.
6. Humanidades.

Ingresso e Requisitos Acadêmicos Gerais

Os estudantes da UFABC ingressam na universidade através do Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Todos os estudantes devem completar o curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia para ingressar em alguma das carreiras de engenharia. No fim do segundo ano o estudante que quiser ingressar em uma das carreiras de engenharia deve solicitar inscrição no curso respectivo. O número de vagas em cada curso é limitado e o critério de admissão é o desempenho acadêmico do estudante no curso de bacharelado, sendo que os estudantes com maior rendimento acadêmico terão precedência.

Depois de terminado o Bacharelado, será necessário, para cumprir exigências legais, completar mais 90 (noventa) créditos no mínimo, em disciplinas específicas, mais o Estágio Supervisionado correspondente a 20 (vinte) créditos, perfazendo um total de créditos entre 310 (trezentos e dez) e 350 (trezentos e cinquenta), correspondentes a 3.720 (três mil setecentos e vinte) e 4.200 (quatro mil e duzentos horas), respectivamente.

2.6.2 A Estrutura Curricular - UFRN

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), criada a 25 de junho de 1958 foi formada a partir de faculdades e escolas de nível superior já existentes em Natal, como a Faculdade de Farmácia e Odontologia, Faculdade de Direito, Faculdade de Medicina, Escola de Engenharia, entre outras. Atualmente, a comunidade acadêmica é formada por mais de 27.000 (vinte e sete mil) estudantes, 3.062 (três mil e sessenta e dois) servidores técnico-administrativos e 1.638 (hum mil e seiscentos e trinta e oito) docentes.

A proposta de reestruturação e expansão da UFRN no âmbito do REUNI foi aprovada pelo Conselho Universitário (CONSUNI), pela Resolução nº 006/2007, de 23/10/2007 e resultou de um amplo debate ocorrido em todos os centros acadêmicos com a participação de todos os segmentos da comunidade universitária [27].

A proposta apresentada no Projeto Pedagógico pretende ser uma alternativa para enfrentar as dificuldades dimensionadas no interior da UFRN, sobretudo considerando os aspectos tradicionalmente problemáticos da formação em Ciências Exatas e Tecnológicas, principalmente a taxa de evasão, a especialização excessiva e a profissionalização precoce.

O foco das mudanças pretendidas está voltado para o seguinte: a) Melhoria da graduação - oportunizando a redução das taxas de retenção e evasão; b) Implementação de ações que repercutam na formação didático-pedagógica do corpo docente, de maneira que sejam incorporadas novas metodologias informacionais às atividades de ensino; c) Avaliação de experiências didático-pedagógicas bem sucedidas; d) Institucionalização de políticas de melhoria da educação básica.

Nesse cenário, surge a proposta de criação do curso de Bacharelado em Ciências e Tecnologia (CeT), que se constituirá em um passo importante para aumentar as possibilidades de formação oferecidas ao discente, fundamentado na flexibilidade, inovação e interdisciplinaridade, sem seguir o paradigma da associação estreita entre formação superior e formação profissional.

A Figura 2.6 apresenta o programa, o qual terá uma carga horária de duas mil e quatrocentas horas, com duração de seis períodos letivos semestrais. Os três primeiros constituem um núcleo comum, cujas disciplinas serão cursadas por todos os discentes. No quarto período há duas concentrações distintas, Tecnologia e Ciências, devendo o discente cursar um dos dois conjuntos de disciplinas. Os quinto e sexto períodos têm um conjunto de disciplinas optativas (blocos), o que possibilita ao discente fazer a escolha pelo bloco de formação que deseja.

Perfil do Egresso e Campo de Atuação

Ao concluir o curso de Bacharelado em Ciências e Tecnologia o egresso deverá ter adquirido uma formação superior generalista, fundamentada em conteúdos básicos da área de Ciências e Tecnologia, estando academicamente apto para ingressar em um dos cursos de Engenharia vinculados ao Bacharelado interdisciplinar (Engenharia Biomédica, Ambiental, Mecatrônica, Materiais, Redes de Comunicação, Petróleo e Mecânica) como também em cursos da área de Ciências Exatas (Estatística, Física e Matemática e Ciências Atuarias), segundo as normas de acesso a serem definidas pela universidade.

Poderá atuar no mercado de trabalho em área na qual se exija o nível de graduação superior não especificada ou em área que se solicitem conhecimentos das Ciências e Tecnologia,

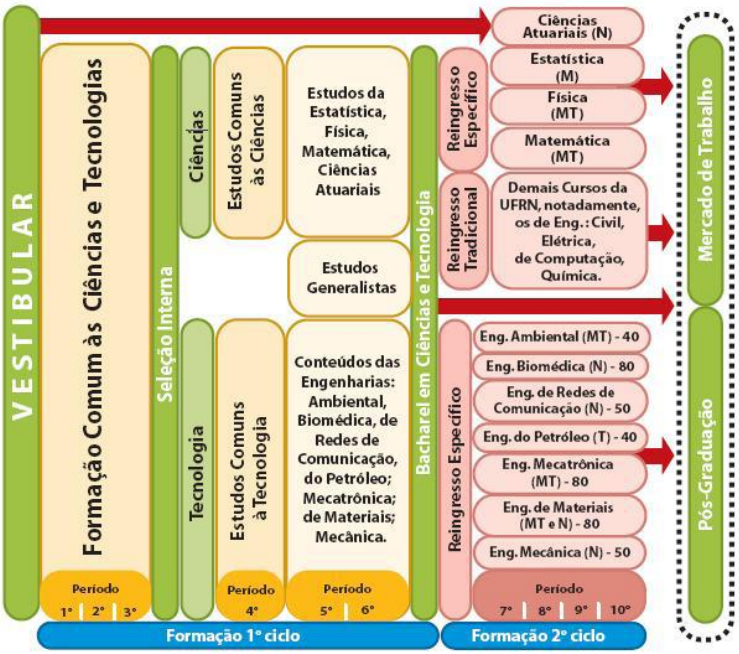


Figura 2.6: Programa do Curso de Ciência e Tecnologia da UFRN.

seja no âmbito do setor primário, secundário, terciário ou terceiro setor. Poderá, ainda, candidatar-se a curso de pós-graduação *stricto sensu* na área correlata da formação superior concluída.

Considerando o perfil do egresso e de acordo com as competências e habilidades a serem desenvolvidas, o egresso poderá atuar especificamente nas seguintes áreas:

- Empresas privadas e instituições do setor público (pesquisas e estudos aplicados à área, gerenciamento intermediário em cargos acessíveis via concurso público).
- No setor de serviços em geral - atendimento especializado em bancos e outras instituições financeiras; comércio (vendas, gerenciamento); empresas de pesquisa e apoio em ciências e tecnologia.
- Organizações do terceiro setor (cargos intermediários de gestão, notadamente em pesquisa e desenvolvimento tecnológico).

3 APRENDIZAGEM ORIENTADA POR PROJETOS - AOPj

Nesta pesquisa, a Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) é definida como um método sistemático de ensino/aprendizagem, que envolve estudantes na aquisição de conhecimentos e habilidades, por meio de um extenso processo de investigação, estruturado em torno de questões complexas e autênticas, aplicadas na vida real, com produtos e tarefas cuidadosamente planejados.

Corriqueiramente, nos deparamos na literatura com nomenclaturas diferentes, sendo adotadas na utilização de projetos/problemas como meio para a aplicação de técnicas/métodos de aprendizagem. Em primeiro lugar, poucos concordam quanto ao significado exato desses termos e, fortuitamente, eles são utilizados como sinônimos: Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), Project-Based Learning (PjBL), Project Led-Education (PLE) e Project Organized Learning (POL), com algumas variações em sua implementação. Porém, outros termos são métodos com enfoques diferentes: Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), Problem Based Learning (PBL) e Problem-Based Education (PBE).

Entretanto, o objetivo primário é comum. Todos eles descrevem o processo de utilização de problemas "mal-estruturados", formulados para que os estudantes adquiram conhecimentos de conteúdos específicos (parte técnica) e habilidades de conteúdos gerais (parte não-técnica), como: gerência de recursos humanos e projetos, resolução de problemas, comunicação (oral, escrita e pública), trabalho colaborativo, liderança de equipes, conhecimentos de áreas correlatas etc., enquanto procuram por soluções para questões significativas nos projetos.

De qualquer maneira, é interessante esclarecer que, neste trabalho, entende-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) focaliza a solução de um problema específico, associado a uma área do conhecimento também específica, sendo centrada no aprender. Os problemas são apresentados e solucionados em uma frequência diária, semanal ou mensal.

Enquanto a Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) representa uma categoria de aprendizagem mais ampla, que utiliza técnicas de aprendizagem baseadas na investigação para solucionar um problema centrado no aprender fazendo. Sua principal característica é adentrar outras áreas que não são parte do problema, dando um caráter holístico ao processo de

aprendizagem. O problema apresentado possui uma amplitude maior, exigindo mais tempo na busca de uma solução completa.

Eventualmente, esses projetos emergem de um contexto autêntico, abordando questões controversas e importantes para a comunidade e acabam por se desdobrar de modo imprevisto. Porém, a unicidade da metodologia proposta, neste trabalho, é a adoção do desempenho de papéis e cenários realistas para conduzir os estudantes por um caminho, rumo a um conjunto estabelecido de resultados. Os projetos serão vinculados a conteúdos, métodos, ferramentas e conceitos, permitindo investigação de questões significativas centradas nos estudantes, objetivando o desenvolvimento das competências transversais (habilidades não-técnicas) [75].

3.1 UMA VISÃO HISTÓRICA

Historicamente, a gênese do método de aprendizagem envolvendo projetos remonta ao fim do século XVI, com as iniciativas dos movimentos educacionais europeus, especificamente nas escolas de arquitetura e engenharia na Itália, para a reformulação da educação na Europa [68].

De forma complementar, a evolução dessa extensa e distinta história, ao longo dos anos, pode ser dividida em cinco momentos principais, a saber:

- 1590-1765: primeiros trabalhos em projetos nas escolas de arquitetura/engenharia na Europa.
- 1766-1880: estabelecimento do método de ensino envolvendo projetos e, posterior transferência e adaptação nos EUA.
- 1881-1915: trabalhos com projetos em treinamentos profissionais e em escolas nos EUA.
- 1916-1965: o psicólogo William Heard Kilpatrick publicou, em 1918, o artigo, *The Project Method*, o qual retoma de vez a discussão sobre o assunto no mundo. Ainda nesta fase, acontece uma redefinição do método de ensino envolvendo os projetos e sua migração dos EUA para a Europa.
- 1966-atual: redescoberta do método de ensino envolvendo os projetos e sua terceira onda de disseminação internacional.

Diversos estudos, Kjersdam e Enemark (1994); Olesen e Jensen (1999); Kolmos (2003) *apud* Powell e Weenk (2003), relatam que, nessa terceira onda, este método se estabeleceu na Dinamarca, no início dos anos 70, nas Universidades de Aalborg e Roskilde. Especificamente, em Aalborg é referenciado como Project Organized Learning (POL) e se iniciou no ano de 1974 [90]. Outras Universidades como Twente, Leuven, ITESM e Aveiro seguiram o caminho das precursoras e implantaram, com adaptação ou combinação com outros métodos, os modelos originalmente desenvolvidos [89].

Para Masetto (1998), no Brasil, é possível identificar alguns de seus elementos norteadores nas intenções dos fundadores da Universidade de São Paulo, na década de 30, tais como: a colocação do estudante em contato com a realidade profissional, desde o primeiro ano; a superação dos requisitos teóricos para se partir para a prática; a aprendizagem do conhecimento de forma tão necessariamente lógica e sequencial; a construção do conhecimento em rede, não linear; e a responsabilização dos estudantes pelo seu desenvolvimento profissional e comportamento ético na relação com os colegas, professores e sociedade [71].

3.2 OS FUNDAMENTOS DA AOPj

Se você pudesse caminhar pelos corredores da Universidade de Bolonha no século XII e olhar pela fresta de uma das portas, eventualmente, veria professores lecionando para estudantes entediados, com alguns anotando alguma coisa em pergaminhos, outros olhando e amaldiçoando intimamente aquilo e, ocasionalmente, dando umas mordidas nas fatias de pizza escondidas em seus roupões. Ao final, a classe seria liberada e os estudantes a deixariam murmurando uns aos outros sobre a quantidade de páginas de leitura atribuídas para a próxima aula [51].

Para Timóteo e Brasileiro (2001), as coisas não têm mudado muito desde o século XII. O modelo educacional superior tradicional enfrenta um desafio que merece atenção especial, pois a forma como a tecnologia está continuamente mudando o mundo, o volume de novas informações e a velocidade com que novos conceitos tecnológicos surgem estão pondo em dúvida a agilidade com que as universidades atualizam seus currículos e adaptam-se a essas mudanças [32].

De acordo com Zastavker e Page (2006), a Aprendizagem por Projetos foi concebida como uma alternativa para a aprendizagem passiva, as quais eram baseadas puramente em leituras de textos, como nos cursos convencionais de ciência. Os métodos (AOPj) são direciona-

dos em uma filosofia educacional, em que acredita-se, que os estudantes que se engajam ativamente do início ao fim na resolução de um problema, durante a graduação, mais tarde mostram interesses e habilidades na resolução de problemas na vida profissional [82].

Para Lu (2007), os estudantes que participam da aprendizagem orientada por projetos, comparados aos estudantes inseridos nos métodos convencionais, são mais motivados, demonstram melhor capacidade de comunicação, trabalham em equipe, entendem eficientemente as questões práticas e profissionais e em como aplicar seus conhecimentos para resolver problemas reais [69].

Segundo Powell e Weenk (2003), é prerrogativa da AOPj, que o estudante seja estimulado a assumir o papel central em seu aprendizado e o professor deixe de ser o único responsável pelo processo de aprendizagem, mudando a sua atuação do paradigma da transmissão-orientação para interação-orientação. Com isso, promove-se o amadurecimento profissional e a liberação do processo cognitivo do ambiente de sala de aula, o que torna a aprendizagem mais ampla, na medida em que as técnicas pedagógicas são baseadas na investigação para solucionar problemas centrados no aprender fazendo [89].

Nesse método instrucional, uma atribuição ou atividade a ser realizada leva à elaboração de um produto final. Este produto pode ser um modelo, dispositivo, *software* etc., bem como um relatório, que descreva o procedimento utilizado na elaboração do produto e na apresentação do resultado. Os projetos possuem durações que variam entre seis (semestral) a doze (anual) meses, dependendo do contexto de aplicação e utilização da AOPj [91].

Este método de instrução é conhecido por prover um caminho de sucesso para o aumento da motivação e produtividade dos estudantes envolvidos nos programas acadêmicos, uma vez que o aprendizado é focado no aprender fazendo [90]. A AOPj representa uma categoria de aprendizagem mais ampla, que utiliza frequentemente técnicas de aprendizagem baseadas na investigação. Sua principal característica é adentrar outras áreas que não são parte do problema, dando um cunho holístico ao processo de aprendizagem [6].

Masetto (2007), diz que, esse método possibilita ao estudante o aprendizado com a realidade e que a AOPj é muito comum nos cursos de Engenharia e Arquitetura, quando pequenos ou grandes carros, motores, prédios, cidades, bairros, casas, rede hidráulica, rede elétrica etc., são planejados, construídos em maquetes, e os resultados, conferidos por meio de computadores, mostram a qualidade do produto e sua viabilidade.

Esse método (AOPj) é baseado em alguns critérios, que distinguem projetos, cuidadosamente, planejados, de outras atividades de extensão em sala de aula. São projetos extraordinários que [57]:

- Reconhecem o impulso para aprender, intrínseco dos estudantes, sua capacidade de realizar trabalho importante e sua necessidade de serem levados a sério, colocando-os no centro do processo de aprendizagem.
- Envolvem os estudantes nos conceitos e princípios centrais de um problema a ser resolvido. O trabalho do projeto é central em vez de periférico no programa de ensino.
- Destacam questões provocativas que levam os estudantes à exploração aprofundada de tópicos autênticos e importantes.
- Requerem a utilização de ferramentas e habilidades essenciais, incluindo tecnologia para aprendizagem, autogestão e gestão do projeto.
- Especificam produtos que resolvem problemas, explicam dilemas ou apresentam informações geradas mediante investigação, pesquisa ou raciocínio.
- Incluem múltiplos produtos que permitem *feedback* frequente e oportunidades consistentes para que os estudantes aprendam com a experiência.
- Utilizam avaliações baseadas em desempenho que comunicam altas expectativas, apresentam desafios rigorosos e requerem uma série de habilidades e de conhecimentos.
- Estimulam alguma forma de cooperação, seja mediante pequenos grupos, apresentações conduzidas pelos estudantes ou avaliações dos resultados do projeto por toda classe.

Para Perrenet *et al.* (2000) e Heitmann (1996), uma experiência de aplicação da AOPj deve conter as seguintes características [11] [65]:

- Trabalho em projetos para imitar a realidade profissional, tendo a partir de uma aula várias outras semanas de trabalho.
- Aprendizagem por projetos geralmente é acompanhada pelo assunto do curso.
- Trabalho no projeto é direcionado para aplicações de conhecimento.
- Trabalho nos projetos permitem aos estudantes a aprender a gerenciar o tempo e recursos, tarefas e diferenciação de papéis e autodirecionamento.

3.3 OS BENEFÍCIOS DA AOPj

Para o BIE (2003), como campo, a AOPj ainda se encontra em fase de desenvolvimento, não existindo ainda pesquisas ou dados empíricos suficientes para afirmar que a AOPj é uma alternativa comprovada para outros métodos de ensino [57]. Masetto (2007), afirma que nós, professores, conhecemos bem esta técnica, porém o que ele não tem certeza é, se já refletimos sobre o modelo de orientação e acompanhamento, que tais atividades exigem do professor, para que, além de um produto pronto, o estudante realize um processo efetivo de aprendizagem profissional [72].

Entretanto, segundo o BIE (2003), com base em evidências reunidas durante os últimos dez anos, a AOPj parece ser um modelo equivalente ou ligeiramente superior para produzir melhorias no desempenho acadêmico, embora os resultados variem com a qualidade do projeto e com o nível de envolvimento dos estudantes.

Mais importante, existem evidências de que a AOPj melhora a qualidade da aprendizagem e leva a um desenvolvimento cognitivo de nível superior por meio do envolvimento dos estudantes em problemas novos e complexos. Também não há dúvida de que a AOPj ensina aos estudantes processos e procedimentos complexos, tais como: planejamento e comunicação.

Para Lehtovuori (2007), existem relatos convincentes de professores de que a AOPj é um método de ensino rigoroso, relevante e envolvente que apóia investigações autênticas e aprendizagem autônoma dos estudantes. Além de encorajar proficiência acadêmica e atender as metas tradicionais da educação, a AOPj tem importantes benefícios para os estudantes [17]:

- Supera a dicotomia entre conhecimento e pensamento, ajudando os estudantes a "saber" e "fazer".
- Apóia os estudantes no aprendizado, na prática de habilidades, resolução de problemas, comunicação e autogestão.
- Incentiva o desenvolvimento de hábitos mentais associados com aprendizagem contínua, a responsabilidade cívica e o êxito pessoal e profissional.
- Integra áreas curriculares, instrução temática e questões comunitárias.
- Avalia o desempenho no conteúdo e nas habilidades, utilizando critérios semelhantes àqueles existentes no mundo do trabalho, encorajando assim a aprendizagem bem-sucedida, a fixação de metas e o melhor desempenho.

- Cria comunicação positiva e relações cooperativas entre diferentes grupos de estudantes.
- Atende as necessidades de aprendizes com diferentes níveis de habilidades e estilos de aprendizagem.
- Envolve e motiva estudantes entediados ou indiferentes.

Como qualquer método de ensino, a AOPj pode ser utilizada de maneira efetiva ou não. Na melhor das hipóteses, a AOPj pode ajudar os professores a criar uma sala de aula de alto desempenho em que os estudantes formam uma comunidade de aprendizagem poderosa focada em realização, no autodomínio e na contribuição para a comunidade. Ela permite que você focalize idéias centrais e questões de destaque em seu programa de ensino, crie atividades envolventes e instigantes na sala de aula e promova uma aprendizagem autônoma entre seus estudantes.

3.4 O MÉTODO DE PROJETOS - PMBOK

Atualmente, tanto o mercado de trabalho quanto o meio acadêmico, têm apresentado interesse renovado pelo gerenciamento de projetos. As organizações e pesquisadores modernos estão descobrindo que a utilização do gerenciamento de projetos possibilita muitas vantagens, uma vez que as pessoas têm exigido produtos melhores e serviços ágeis de seus fornecedores.

Embora as primeiras metodologias para gerenciamento de projetos tenham sido utilizadas há mais de meio século, somente nos últimos quinze anos sua importância obteve destaque mundial em diversos segmentos profissionais. Dentre as mais disseminadas e utilizadas, encontra-se o Project Management Body of Knowledge (PMBOK) ou Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos. Todo este conjunto de informações é provido e mantido pelo Project Management Institute (PMI) ou Instituto de Gerência de Projetos [86].

3.4.1 O que é um Projeto

Na Aprendizagem por Projetos convencional, o conceito de projetos é utilizado, frequentemente, como um conjunto de ações dirigidas à geração de um produto e/ou cumprimento de

um objetivo. Entretanto, a metodologia proposta nesta pesquisa, adota em sua plenitude os conceitos relacionados às práticas de gerência de projetos recomendadas pelo PMI, por meio do PMBOK, como forma de contribuir com conceitos e técnicas utilizadas no cotidiano pelo mercado de trabalho.

Desta forma, é sugerido aos estudantes um conjunto de procedimentos, documentos e práticas de gerência de projetos com base nas 9 (nove) áreas do conhecimento e nos 5 (cinco) grupos de processos que compõem o ciclo de vida de gerenciamento do projeto. As áreas do conhecimento e os grupos de processos serão apresentados a seguir.

Para o PMBOK (2004), um projeto é um empreendimento temporário e único para a criação de um produto, serviço ou resultado exclusivo. Pode ser realizado de forma progressiva, pois as especificações do projeto e do produto podem ser elaboradas e controladas progressivamente [86].

A gerência de projetos é definida como a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de atender aos seus objetivos. Divide-se em três partes: responsabilidade social e profissional; áreas do conhecimento; e grupos de processos.

Responsabilidade Social e Profissional

É a responsabilidade em apoiar e disseminar a integridade e ética da profissão. Envolve assegurar que as ações sempre estarão alinhadas aos requisitos legais e padrões éticos.

Áreas do Conhecimento

As áreas do conhecimento tem o objetivo de identificar e definer os requisitos de conhecimentos, descrevendo os processos que os compõem, suas entradas, ferramentas e técnicas, e saídas.

As 9 (nove) áreas do conhecimento são:

- **Integração -** Assegura que os diversos elementos do gerenciamento sejam identificados, definidos, combinados, unificados e coordenados de forma adequada.
- **Escopo -** Garante que o projeto contemple todo e somente o trabalho necessário para que o projeto seja concluído com sucesso.
- **Tempo -** Assegura que o projeto termine no prazo esperado/acordado.

- **Custo -** Garante que o projeto seja planejado, estimado, orçamentado e controlado de modo que consuma o orçamento aprovado.
- **Qualidade -** Assegura que o projeto garanta o que foi planejado e atenda aos objetivos para os quais foi realizado.
- **Recursos Humanos -** Garante a organização e o gerenciamento da equipe do projeto.
- **Comunicação -** Assegura a geração, coleta, disseminação, o armazenamento e a destinação final das informações do projeto de forma oportuna e adequada.
- **Riscos -** Garante a correta identificação, análise e o controle dos riscos no projeto.
- **Aquisição -** Assegura que as compras ou aquisição, serviços ou resultados e os contratos sejam realizados de forma adequada.

A figura 3.1 apresenta de forma gráfica as 9 (nove) áreas do conhecimento.

Figura 3.1: As Nove Áreas do Conhecimento - PMBOK.

Grupos de Processos

Os grupos de processos tem como objetivo definir um agrupamento lógico dos processos de gerenciamento de projetos. Estes grupos possuem dependências claras, são ligados pelos objetivos que produzem, executados na mesma seqüência e definem o ciclo de vida de gerenciamento de projetos.

A figura 3.2 apresenta de forma gráfica os 5 (cinco) grupos de processos.

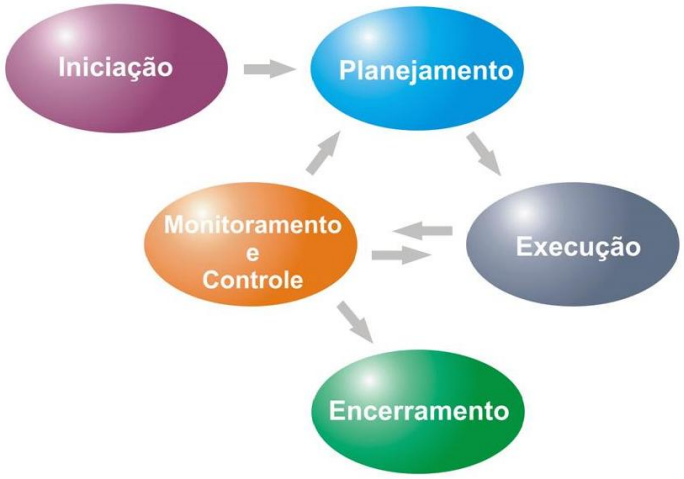


Figura 3.2: Os Cinco Grupos de Processos - PMBOK.

Os 5 (cinco) grupos de processos são:

- **Iniciação -** Define e autoriza um projeto novo ou uma nova fase de um projeto existente.
- **Planejamento -** Define e refina os objetivos e seleciona o melhor caminho rumo ao objetivo.
- **Execução -** Integra pessoas e outros recursos para executar o plano de gerenciamento.
- **Monitoramento e Controle -** Mede e monitora os resultados parciais/finais do projeto para que os objetivos sejam atingidos.
- **Encerramento -** Formaliza a aceitação do produto, serviço ou resultado e finaliza o projeto.

3.4.2 Gerenciado um Projeto

Gerenciar um projeto é administrar as incertezas do projeto, planejando sua execução antes de iniciá-lo e controlando o projeto de modo a assegurar sua conclusão no prazo, escopo e orçamento estipulados. O processo de gerenciamento de projetos, de modo simplificado, é como um processo de controle genérico. Como um termostato controla a temperatura de um ambiente? Ele se orienta pela temperatura apontada no controlador e reage conforme o ambiente varia. Em outras palavras, o termostato se orienta pelo objetivo especificado e pelas atuações reativas aos desvios do objetivo.

Com isso, as duas funções de um termostato são:

- Determinar se o gerador produzirá ou não frio no próximo intervalo de tempo.
- Monitorar a temperatura do ambiente e comparar com o objetivo.

De maneira similar, um projeto também tem seus objetivos de escopo, prazo, custos, qualidade, dentre outros, estabelecidos e sempre que os resultados "desviam" de seus objetivos, cabendo ao gerente do projeto decidir algo na intenção de voltar o projeto para os "trilhos".

Como um mecanismo de monitoramento e controle, o gerenciamento de um projeto envolve duas funções principais, a saber:

- Planejar e/ou Replanejar - Estabelecer o objetivo e o escopo do projeto, dividi-lo em fases e definir tarefas e responsáveis para alcançar o objetivo proposto, considerando premissas e restrições existentes. Especifica o trabalho a ser realizado e quem irá implementá-lo em um determinado período de tempo. Para o planejamento, esta tarefa se fundamenta nos objetivos do projeto. Para o replanejamento, esta tarefa se orienta pelas solicitações de mudanças recomendadas pelo monitoramento e controle.
- Monitorar - Acompanhar o progresso e medir o desempenho do projeto por meio da comparação entre o realizado e o planejado, tomando ações corretivas apropriadas, conforme necessário. Verifica a execução, recomenda melhorias e elabora descrições do progresso do projeto. Esta visão simplificada aborda o fundamental de um projeto, nas aplicações do mundo real, e contempla três tipos de atividades a serem feitas durante a realização de um projeto: planejamento, execução e monitoramento e controle.

Planejar e Monitorar são funções gerenciais, devido não representarem trabalho, diretamente envolvido no desenvolvimento do produto. Em contrapartida, a realização do trabalho especificado no Plano de Gerenciamento do Projeto é o objetivo primário da execução. Logo, esta atividade é parte do processo de engenharia.

Desta forma, um projeto pode ser visto como um processo que envolve atividades de gerenciamento e engenharia, em que ambas se interagem, continuamente por meio do planejamento, da execução e do monitoramento e controle.

O processo de desenvolvimento de um produto é a principal preocupação do processo de gerenciamento de um projeto. Em geral, o progresso conseguido neste processo é que determina o progresso do projeto como um todo. O aspecto mais importante e que deve ser

ressaltado é que a implementação de um projeto envolve tanto o processo de engenharia quanto o processo de gerenciamento, os quais interagem ao longo das fases do ciclo de vida de gerenciamento do projeto.

Na realidade, o desempenho das atividades de gerenciamento do projeto impacta nos resultados do projeto e por isso deve ser cuidadosamente planejadas e controladas. Como um mecanismo de controle, as atividades de gerenciamento envolvem as funções de planejamento, replanejamento e monitoramento e controle. Já as atividades do desenvolvimento do produto dependem do ciclo de vida do produto em questão.

4 APRENDIZAGEM E COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS

Diversos pesquisadores, Felder (2006), Masetto (2007), Linsingen (2008), apontam para uma reflexão sobre o perfil dos estudantes egressos formados, nas últimas décadas, nos cursos de todas as áreas de engenharia. A característica mais visível no ensino atual, segundo esses autores, é a formação prioritariamente técnica e científica, através de um tipo de ensino embasado sobre a transmissão de conteúdos, considerado pouco crítico e insuficiente para atender às demandas de complexidade que marcaram as grandes transformações da sociedade, economia, tecnologia e, portanto, da cultura no início do século XXI.

Estudos mostram que, tanto em um ambiente acadêmico quanto corporativo, as principais dificuldades e problemas enfrentados pelos estudantes/profissionais nos projetos técnicos/científicos não são de ordem técnica, mas relacionados aos aspectos das competências transversais. Dentre as principais dificuldades encontradas, destacam-se as seguintes: nivelamento da motivação; compromisso com os marcos de entrega; experiência em trabalho de equipe; passividade com relação a busca do conhecimento; comunicação (oral, escrita e pública); e capacidade gerencial [82].

4.1 OS ESTILOS DE APRENDIZAGEM

A escola é considerada, tradicionalmente, o ambiente mais propício para atividades em grupos, integrando elementos de diferentes níveis de conhecimentos, e às vezes até de características culturais diferentes. Porém, os estilos de aprendizagem cooperativa e colaborativa também têm sido aplicados na preparação de indivíduos para ambientes de trabalho que exigem pessoas aptas e competentes para trabalhar em equipe.

Segundo Felder e Brent (2005), a experiência com modelos tradicionais de aprendizagem demonstra que há maior sucesso na aquisição de conhecimentos quando da utilização de ambientes colaborativos, pois os estudantes tendem a desenvolver habilidades superiores de raciocínio através do pensamento crítico, por se sentirem mais aceitos e confiantes dentro do grupo [54].

As atividades coletivas de aprendizagem são normalmente divididas em competitivas e não-competitivas. As atividades não-competitivas são chamadas de cooperativas e colaborativas,

conforme o caso, mas ainda há uma grande controvérsia sobre a diferenciação dessas duas categorias utilizadas para se referir à interação de elementos de um grupo de pessoas, que busca um objetivo comum [12].

Alguns pesquisadores utilizam os termos "colaboração" e "cooperação" como sinônimos, enquanto outros os distinguem [55]. Uma das diferenças apontadas por alguns é que na aprendizagem cooperativa há uma definição de hierarquias entre os participantes, focando maior organização e gerenciamento das informações [79].

4.1.1 Os Tipos de Relacionamentos Coletivos

O relacionamento entre as pessoas para a realização de alguma atividade pode ser dividido em três abordagens: competitiva, cooperativa e colaborativa [70]. Dentre elas existem similaridades e diferenças, as quais precisam ser entendidas no intuito de apoiar o estudo a respeito da colaboração humana no desenvolvimento de trabalho em equipe.

Abordagem Competitiva

Esta abordagem é definida como a regulação de diversos elementos ou atividades diferentes em uma operação integrada e harmônica. Tem como intuito vincular diferentes partes para se realizar um conjunto de tarefas de forma coletiva [70].

A abordagem competitiva pode ocorrer em vários cenários, como por exemplo, em uma estrada de rodagem congestionada de veículos, em que os diversos motoristas possuem diferentes destinos e interesses divergentes, porém cuidadosamente trafegam e evitam acidentes, uma vez que eles podem atrasar o tráfego e danificar seus veículos.

Na aprendizagem competitiva os membros das equipes de trabalho se destacam individualmente, pois eles competem com os demais integrantes da mesma equipe. A competição pode inviabilizar a aprendizagem. Porém, quando se utilizam atividades lúdicas como uma modalidade de competição, a aprendizagem é estimulada, porque é criado um ambiente gratificante, atraente e estimulante aos estudantes para o desenvolvimento de habilidades, aumento da capacidade de tomada de decisão e aprendizagem de novos conceitos.

Abordagem Cooperativa

Esta abordagem é definida como a prática de trabalho entre pessoas com o compartilhamento de métodos e recursos, ao invés do trabalho solitário e competitivo [70].

Embora seja vista como uma antítese à competição, existe a necessidade que os indivíduos se motivem de forma igualitária para que a equipe de trabalho esteja motivada e que os participantes atuem como parceiros entre si, pois se espera que a cooperação seja verdadeira e real, visando o alcance dos objetivos compartilhados.

A abordagem cooperativa pode ocorrer em vários cenários, como por exemplo, em uma estrada de rodagem congestionada de veículos, em que um motorista obtenha apoio de um passageiro, que esteja em seu próprio carro, o qual possua um mapa de navegação. Essa cooperação é benéfica para ambas às partes, uma vez que os habilitam a chegarem a seus destinos no menor tempo possível.

Na aprendizagem cooperativa os membros das equipes se destacam de forma coletiva, porque eles devem possuir uma interdependência com os demais integrantes do mesmo grupo. As atividades são estruturadas de forma que um estudante necessite do outro para completar as tarefas comuns. Desta forma, todos têm atividades individuais, porém, todas as atividades contribuem para o resultado coletivo.

Abordagem Colaborativa

Esta abordagem é definida como o mais alto nível de interação entre integrantes de um grupo para a realização de atividades. Esta relacionada ao processo de criação compartilhado, no qual dois ou mais indivíduos com habilidades complementares interagem trocando experiências, pontos de vista, informações, habilidades etc., em torno de um resultado, processo, produto ou evento [70].

De forma geral, a abordagem colaborativa em alguns momentos pode se assemelhar com as duas anteriores. Entretanto, ela possui algumas peculiaridades que a diferencia, como por exemplo, enquanto a aprendizagem competitiva evita diferenças e sobreposição nas atividades dos indivíduos e a aprendizagem cooperativa se esforça para compartilhar as atividades de forma igualitária, nesta abordagem o objetivo é conseguir uma meta comum e resultados coletivos que individualmente seriam impossíveis de serem conseguidos.

A colaboração pode ser divida em três níveis:

- Individual - cada membro é parte do grupo, mas trabalha de maneira independente.
- Informação compartilhada - envolve a troca de informações entre os membros do grupo.

- Grupo - os membros trabalham em conjunto em uma tarefa e na busca de objetivos comuns.

Na abordagem colaborativa o conhecimento é adquirido por meio da interação. O processo deixa de ser transmissão-orientação, existindo a discussão, construção e formação de conhecimento crítico.

4.1.2 Teorias de Aprendizagem

A utilização de qualquer método de aprendizagem, na busca por atingir objetivos educacionais, demanda, intrinsecamente, uma concepção pedagógica em sua fundamentação. O comportamento do indivíduo que desempenha atividades de aprendizagem é estudado a partir das teorias que enfatizam o processo através do qual o universo de significados do indivíduo tem origem. Essas teorias são: construtivismo, cognitivismo, socioaprendizagem, construcionismo e inteligências múltiplas.

Construtivismo

A teoria construtivista, que começou com Piaget [1] (1973a), é epistemológica e explica a produção de conhecimento, o que é o saber e como se adquire este saber. Esta teoria é proveniente da Psicologia do Desenvolvimento, e concebe o desenvolvimento do conhecimento como a construção de uma série ordenada de estruturas intelectuais que regulam os intercâmbios do sujeito com o meio [85].

Para o construtivismo, o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado desde o nascimento, nem como o resultado do simples registro de percepções e informações. Ele resulta das ações e interações do sujeito com o ambiente em que vive. Todo conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, pelas interações do sujeito com os objetivos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou cultural.

Construtivistas consideram que o estudante consegue aprender por meio de dois processos: resolução de conflitos e reflexão teórica. O estudante gera o conhecimento ao descobri-lo, sem esperar passivamente pelo professor. O estudante aprende pela descoberta, aprende

[1] Jean Piaget (1896-1980): biólogo/psicólogo suíço, estudou a evolução do pensamento, procurando entender os mecanismos mentais que o indivíduo utiliza para captar o mundo. Como epistemólogo, investigou o processo de construção do conhecimento, sendo que nos últimos anos de sua vida centrou seus estudos no pensamento lógico-matemático.

fazendo, construindo seu conhecimento pela experiência e se convertendo em um agente ativo.

Cognitivismo

A teoria cognitiva de aprendizagem, desenvolvida pelo psicólogo Ausubel [2], se refere ao estudo interdisciplinar da aquisição e uso do conhecimento. A teoria defende que o fundamental no ensino é que a aprendizagem seja significativa, ou seja, o material a ser aprendido (conceitos, idéias, proposições, modelos, fórmulas) precisa fazer todo sentido para o estudante.

O conhecimento é alcançado quando a nova informação está estreitamente relacionada aos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, quando ele é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, quando ele compreende.

Esse processo em que o conhecimento vai sendo construído é altamente dinâmico. Ambos os conteúdos, o novo e o existente, se modificam. Desta forma, a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa.

A teoria de Ausubel envolve outros conceitos, dentre eles a hierarquia que se estabelece entre os conteúdos aprendidos. Essa variante serviu de suporte à Teoria dos Mapas Conceituais, Figura 4.1, desenvolvida em meados da década de 70 por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell [1].

Socioaprendizagem

Esta teoria é baseada nas idéias de Vygotsky [3] sobre a aprendizagem. Ela enfatiza que a inteligência humana provém da nossa sociedade ou cultura, e que ocorre em primeiro lugar pela interação com o ambiente social, aspecto importante que Piaget não considerou na sua teoria [101].

Vygotsky foi o primeiro autor a chamar a atenção para a importância do envolvimento ambiental no desenvolvimento do indivíduo e no processo de formação da mente. Ele incorpora o

[2] David Paul Ausubel (1918): psicólogo americano, que entendeu que a aprendizagem significativa se verifica quando o banco de informações no plano mental do estudante se revela, através da aprendizagem por descoberta e por recepção.

[3] Lev Semynovich Vygotsky (1896-1934): psicólogo russo, que em sua teoria sociocultural sobre a aprendizagem enfatiza que a inteligência humana provém da sociedade ou cultura, e que esta ocorre pela interação com o ambiente social, o que determina que o desenvolvimento cognitivo é limitado a um determinado potencial para cada indivíduo.

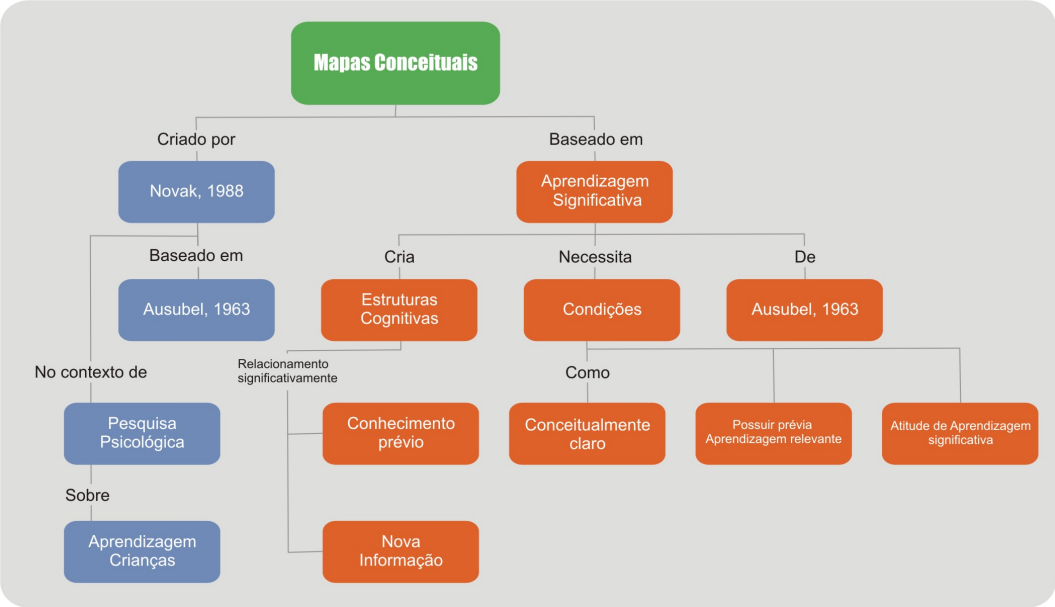


Figura 4.1: Um Mapa Conceitual de Navegação.

conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): distância entre o nível de resolução de uma tarefa em forma independente e o nível que pode atingir o indivíduo pela mediação de um outro indivíduo mais experto ou um grupo.

Além do ZDP, incorporou também o conceito de Dupla Formação (DP): referida ao duplo processo da aprendizagem, no qual a aprendizagem se inicia a partir da interação de um indivíduo com outros (com o meio) e logo passa a formar parte das estruturas cognitivas do indivíduo em forma de novas competências [102].

Construcionismo

A teoria mais recente sobre a linguagem foi desenvolvida por Papert [4] em 1980, internacionalmente reconhecido como um dos principais pensadores sobre as formas pelas quais a tecnologia pode modificar a aprendizagem. O construcionismo é baseado no construtivismo cognitivo de Jean Piaget, no construtivismo social de Vygotsky e na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Papert enfatiza a importância de criar as condições necessárias e disponibilizar recursos para a aquisição e construção de mais conhecimento. Foi pioneiro na defesa da introdução dos computadores nas salas de aula, como ferramentas a serviço da educação. Para ele, o compu-

[4] Seymour Papert (1928): psicólogo e matemático sul-africano, pioneiro no estudo da inteligência artificial e criado da linguagem Logo. Estudou como o uso dos computadores pode mudar as formas de aprendizagem. Trabalhou com o psicólogo educativo Jean Piaget na Universidade de Geneva de 1959 a 1963.

tador reconfigura as condições de aprendizagem e pressupõe novas formas de aprender [83].

Teoria das Inteligências Múltiplas

Teoria da aprendizagem desenvolvida por Gardner [5]. Para este pesquisador o conhecimento precisa da ação coordenada de todos os sentidos - tato, audição, visão, fala, movimento. Os sentidos agem como um todo, combinando e reforçando significados. Ele afirma que o conhecimento se dá dentro de cada indivíduo por um sistema de "inteligências": verbal-linguística; lógico-matemática; musical; corporal; visual-espacial; interpessoal; e intrapessoal. Segundo este pesquisador, as inteligências são habilidades interconectadas e independentes por estarem localizadas em diferentes regiões do cérebro, sendo que para cada indivíduo e cada cultura essas inteligências têm pesos ou valores diferentes.

Para os educadores, esta teoria implica que os indivíduos devam estruturar a apresentação do material em uma forma/estilo que envolva a maioria ou todas as inteligências. Neste aspecto, os *softwares* educacionais podem favorecer o desenvolvimento dessas inteligências, principalmente pelo uso da multimídia e da realidade virtual. O estudante pode interagir com o computador de várias formas, por meio da visão, escrita, leitura, fala, audição, musicalidade, resolução de problemas, jogos de lógica, estudo individual, escolhas pessoais, aprendizagem colaborativa, trabalhos em grupo, e outras opções que os *softwares* e os meios de comunicação possam suportar.

4.2 AS HABILIDADES NÃO-TÉCNICAS NO SÉCULO XXI

Para a UFABC (2006), a grande maioria de questões candentes hoje, na sociedade e na ciência, é inter, multi e transdisciplinar. A reorganização sistêmica do mundo do trabalho e sua flexibilização trazem, além das mudanças anteriormente especificadas, novas exigências ao processo formativo. Competências sociais, antes desconsideradas no ambiente produtivo, passam a ser valorizadas. O domínio de conhecimentos gerais passa a ter mais relevância, acompanhado da desvalorização precoce da especialização rígida. O empenho em preparar pessoas para enfrentar problemas da realidade dinâmica e concreta, de forma crítica e transformadora, defronta-se com a constatação de que grande parte deles transcende os limites disciplinares [26].

[5] Howard Gardner (1943): psicólogo americano, cognitivo e educacional, ligado à Universidade de Harvard e conhecido em especial pela sua teoria das inteligências múltiplas. O seu livro mais famoso é *Frames of Mind*, onde ele delineou sete dimensões da inteligência: visual; espacial, musical; verbal; lógica/matemática; interpessoal/intrapessoal; corporal/cinestética

4.2.1 As Habilidades de Base e Produtivas

Segundo um relatório apresentado pelo Ministério do Trabalho dos Estados Unidos (2000), para que uma pessoa no mercado de trabalho contemporâneo, consiga se desenvolver (pessoal e profissional) de forma sólida, buscando melhores salários, satisfação pessoal e profissional, cargos gerenciais, dentre outros, dois subgrupos de habilidades precisam ser desenvolvidos nas universidades [57].

- Habilidades de Base
  - Básicas - leitura, escrita, aritmética e matemática, saber falar ou ouvir.
  - Pensamento - capacidade de aprender, raciocinar, pensar criativamente, tomar decisões e resolver problemas.
  - Pessoais - responsabilidade individual, autoestima, autogestão, sociabilidade e integridade.
- Habilidades Produtivas
  - Recursos - saber alocar tempo, dinheiro, materiais, espaço e pessoal.
  - Interpessoais - sabem trabalhar em equipes, ensinar os outros, atender clientes, liderar, negociar e trabalhar bem com pessoas de experiências culturais diferentes.
  - Informação - saber adquirir e avaliar dados, organizar e manter arquivos, interpretar e comunicar, e utilizar computadores para processar as informações.
  - Sistemas - compreender os sistemas sociais, organizacionais e tecnológicos, saber monitorar e corrigir o desempenho e saber planejar ou aperfeiçoar sistemas.
  - Tecnologia - saber selecionar equipamentos e ferramentas, aplicar tecnologia a tarefas específicas e manter e consertar equipamentos.

4.2.2 As Sete Habilidades ao Sucesso Profissional

De acordo com Trilling e Hood (1999), existem 7 (sete) habilidades necessárias para que os profissionais tenham êxito. São elas [100]:

- Pensamento e ação críticos - resolução de problemas, pesquisa, análise, gestão de projetos etc.
- Criatividade - criação de novos conhecimentos, soluções de planejamento, narração habilidosa de histórias etc.

- Colaboração - cooperação, conciliação, consenso, construção de comunidade etc.
- Compreensão intercultural - entre culturas étnicas, de conhecimento e organização diferentes.
- Comunicação - elaboração de mensagens e uso efetivo dos meios de comunicação.
- Computação - uso efetivo de informações eletrônicas e ferramentas de conhecimento.
- Independência na carreira e aprendizagem - gerenciamento da mudança, aprendizagem contínua e redefinição da carreira.

Essas habilidades serão detalhadas a seguir, uma vez que cada uma delas pode envolver outras questões relevantes ao desenvolvimento das competências transversais.

Pensamento e Ação Críticos

Quem trabalha com o conhecimento precisa ser capaz de definir problemas em áreas complexas, coincidentes e pouco definidas; utilizar as ferramentas e os conhecimentos especializados disponíveis, tanto humanos quanto eletrônicos, para pesquisa e análise; planejar soluções e modos de ação promissores; gerenciar as implementações dessas soluções, avaliar resultados; e depois aperfeiçoar continuamente as soluções à medida que mudam as condições.

A fluência com o processo de planejamento, gestão de projeto, gestão da qualidade e métodos de pesquisa será importante, assim como a compreensão de conhecimento específico do conteúdo do campo envolvido, que mudará dramaticamente e terá que ser continuamente renovada "no momento exato". Bases de dados de informações *on-line*, rápido acesso a especialistas por correio eletrônico, e cursos baseados na internet são algumas das ferramentas que ajudarão nessa aprendizagem.

Criatividade

Criar soluções para velhos problemas, descobrir novos princípios e inventar novos produtos, criar novas maneiras para comunicar novas idéias, encontrar modos criativos de administrar processos complexos e equipes variadas de pessoas, todas essas habilidades serão altamente valorizadas na era do conhecimento.

Colaboração

O trabalho em equipe muitas vezes será a única opção para resolver os problemas complexos ou para criar ferramentas, serviços e produtos complexos - talentos múltiplos serão essenciais. Da coordenação à colaboração, e da conciliação ao consenso, as habilidades para o

trabalho em equipe, colaborativo e efetivo, serão uma característica necessária do trabalho que os profissionais precisarão dominar.

Compreensão Intercultural

Como extensão do trabalho em equipe, aqueles que trabalham com o conhecimento terão que ligar diferentes culturas étnicas, sociais, organizacionais, políticas e cognitivas de conteúdo para realizar seu trabalho. Em uma sociedade cada vez mais multicultural, uma economia cada vez mais global, um mundo de especializações técnicas crescentes e organizações menos hierárquicas, as habilidades interculturais serão cada vez mais valiosas.

Comunicação

Aqueles que trabalham com o conhecimento deverão ser capazes de criar comunicações em diversos meios e para diversos públicos. Diante do número estonteante de opções de comunicação disponíveis - relatório impresso, documento eletrônico, artigo de revista, livro, livro-eletrônico, anúncio impresso, anúncio de TV, anúncio de internet, telefonema, telefonema por celular, telefonema pela internet, correio de voz, *telemarketing*, fax, *pager*, página na internet, correio eletrônico, correio tradicional, planilha, simulação, base de dados, apresentação multimídia, *slides*, transparências, disquete, fita, vídeo, CD, DVD, rádio, TV, TV por internet, teleconferência, realidade virtual - os profissionais terão sempre que escolher o meio certo para a mensagem certa para o público certo, juntamente com o desafio de fazer isso com a máxima eficiência e eficácia possíveis.

Computação

Na era do conhecimento, todos terão que ser capazes de ir além das habilidades básicas de computação para um alto nível de fluência digital e conforto na utilização de diversas ferramentas de informática para realizar tarefas da vida cotidiana. É evidente que aqueles que dominam as ferramentas de conhecimento da era do conhecimento serão muito mais bem-sucedidos na escola e no trabalho do que os que não as dominam.

Independência na Carreira e na Aprendizagem

Em uma época de trabalho (à vontade) e cada vez mais trabalho temporário e por contrato, os que trabalham com o conhecimento terão que administrar suas próprias trajetórias profissionais e sua aprendizagem contínua de novas habilidades. Uma vez que a maior parte do trabalho será baseada em projetos e altamente qualificada (em oposição a serviços que exigem pouca qualificação ou automação), a capacidade de administrar uma série progressiva de mudanças de um projeto para o outro e de aprender rapidamente o que é necessário para ter

êxito em cada projeto será essencial para a sobrevivência profissional e para a aprendizagem contínua na era do conhecimento.

4.2.3 As Habilidades Desenvolvidas nos Projetos

Para o BIE (2003), quando se tem a oportunidade de trabalhar em projetos com várias pessoas e conhecimentos distintos, podem ser desenvolvidas as seguintes habilidades: comunicação; tecnologia; processo em grupo; planejamento; resolução de problemas e pensamento crítico; e gerenciamento de tarefa e autogestão [57].

Comunicação

Falar (persuadir, falar em público e debater); apresentar (planejar e fazer apresentações orais); escrever (fazer redação técnica, elaborar relatórios e escrita expositiva); traduzir (converter informações de um formato para outro); tomar notas (resumir, esboçar e outras habilidades de estudo); publicar (utilizar editoração eletrônica, utilizar ilustrações etc.).

Tecnologia

Ter capacitação técnica; utilizar a internet; utilizar processador de texto; utilizar outros aplicativos para computador; utilizar tecnologia (telefones, computadores, bússolas, câmeras de vídeo e gravadores de áudio).

Processo em Grupo

Delegar e atribuir papéis; trabalhar em equipe; ouvir; resolução de conflitos (sintetizar visões diversas e utilizar estratégias de conciliação e de concordância e discordância); comunicação (dar e conduzir entrevistas, apresentar-se a grupos, relatar o progresso).

Planejamento

Utilizar um processo de planejamento; planejar habilidades e estratégias; fixar metas; utilizar critérios ou roteiros para orientar o trabalho; utilizar uma abordagem de sistemas.

Resolução de Problemas e Pensamento Crítico

Categorizar e analisar; extrapolar, aplicar ou estender explicações; avaliar evidências ou reivindicações; avaliar julgamentos de valor; desenvolver; gerar idéias; gerar analogias; utilizar estratégias de resolução de problemas; realizar tempestade de idéias (*brainstorming*); resolver problemas utilizando analogias; utilizar estratégias de busca/pesquisa; buscar e dar explicações abrangentes; esclarecer tarefas; organizar, sintetizar e classificar informações;

definir e descrever problemas; gerar hipóteses baseadas na informação; testar e avaliar hipóteses utilizando dados; extrair conclusões justificadas; utilizar estratégias de tomada de decisões.

Gerenciamento de Tarefa e Autogestão

Gerenciamento do tempo (apresentar trabalho em tempo oportuno, utilizar estimativas e cronogramas, monitorar o tempo, saber usar o tempo eficientemente e utilizar estratégias para resolver problemas); gerenciamento de tarefa (esclarecer tarefas, planejar estabelecer prioridades, acompanhar o progresso e avaliar soluções); gerenciamento de recursos (seguir instruções, manter arquivos e classificar); estratégias de autogestão (autoregulação, autoavaliação, automonitoramento, autoreforço e utilização de retorno apropriado (*feedback*).

4.2.4 As Habilidades enGAUGE

De acordo com o NCREL (1999), a força motriz do século XXI é o capital intelectual. A seguir será apresentada uma lista de habilidades necessárias aos futuros profissionais, que é originária da literatura contemporânea, de pesquisa emergente e da voz de representantes da educação, do comércio e da indústria [77].

Comunicação Efetiva

Habilidades de trabalho em equipe, de colaboração e interação; responsabilidade pessoal e social; e comunicação interativa.

Alta Produtividade

Capacidade de priorizar, planejar e gerenciar para resultados; uso de ferramentas do mundo real; e produtos relevantes de alta qualidade.

Pensamento Inventivo

Adaptabilidade e capacidade de gerenciar situações complexas; curiosidade, criatividade e tomada de risco; pensamento de ordem superior e raciocínio consistente.

Capacitação na Era Digital

Capacidades básicas científicas, matemáticas e tecnológicas; capacidades de ver e de lidar com informação; e capacidade cultural e consciência global.

5 METODOLOGIA PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO

A palavra metodologia tem sua origem no idioma grego: METO - mais além; DO - estrada; e LOGIA - estudo. Segundo Aurélio On-line (2004), em uma de suas definições, metodologia é um conjunto de métodos, técnicas e processos estabelecidos para realizar um trabalho [87]. Outra definição, diz que, a metodologia é como um passo que deriva de uma determinada posição teórica e epistemológica, que conduz à seleção de técnicas específicas para se atingir um objetivo (trabalho ou investigação). Boaventura (2004), complementa dizendo que, nenhuma metodologia será considerada uma panaceia absoluta, por isso são muitas vezes misturadas, em uma relação simbiótica, buscando o melhor resultado entre as partes [10].

A partir desses pressupostos, a metodologia proposta, neste trabalho, concorre como uma estratégia pedagógica de ensino/aprendizagem, em que seu principal objetivo é fornecer uma descrição completa de um conjunto de conhecimento, aplicável às experiências de implementação da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), na maior parte do tempo, e que existe um consenso em relação ao seu valor e sua utilidade. Além disso, entende-se que a aplicação correta desses princípios, procedimentos, ferramentas e documentos de modelo, podem aumentar as chances de sucesso, nas diversas formas de experimentação, de novas técnicas de desenvolvimento da aprendizagem em engenharia.

Para Felder e Brent (2004), a adoção de metodologias dessa natureza possibilita a contextualização e integração de conteúdos fundamentais, além de alcançar os seguintes objetivos [52], [53]:

- Tornar o aprendizado dos fundamentos teóricos da engenharia mais agradável e eficiente, por meio de projetos com aplicação de atividades práticas.
- Fazer da aprendizagem colaborativa uma ferramenta efetiva na aprendizagem em engenharia.
- Estimular, por meio de aplicações reais, o interesse dos estudantes pela engenharia.
- Melhorar a taxa de retenção, diminuindo a evasão dos estudantes de graduação.

Nesse contexto, a construção da metodologia partiu da análise do conhecimento centrado na utilização de uma estratégia pedagógica de ensino/aprendizagem, em que se utilizasse o

conceito de projetos, fundamentado no PMBOK, contemplando o desenvolvimento em ciclo de vida, com fluxos de trabalho, documentação estruturada, identificação de papéis (*stakeholders*) e responsabilidades, ferramentas tecnológicas como apoio, e um procedimento empírico (banca formada por professores) de avaliação dos produtos resultantes dos projetos.

A metodologia desconsidera os aspectos metodológicos da engenharia do produto, entendendo que essa definição é peculiar a cada projeto e equipe de trabalho, devendo essa adaptação ser realizada durante o desenvolvimento do plano do projeto. A adaptação deve considerar o conhecimento prévio dos integrantes das equipes de trabalho e os objetivos pretendidos com o projeto.

A Figura 5.1, apresenta as três camadas de informação da metodologia, em seu nível de abstração mais elevado, contemplando as três etapas básicas: pré-projeto; projeto; e pós-projeto.

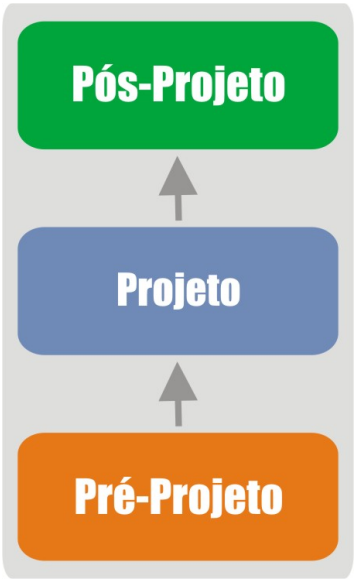


Figura 5.1: As Três Camadas de Informação - Nível Macro.

A Tabela 5.1, apresenta as etapas definidas e algumas informações complementares: momento a ser realizada, a duração sugerida, os participantes envolvidos e as entregas/produtos a serem gerados.

Tabela 5.1: As Três Etapas da Metodologia Proposta.

ETAPAS	MOMENTO	DURAÇÃO	PARTICIPANTES	ENTREGAS
1. Pré-Projeto	Antes semestre	Uma semana	Monitores/Professores	Guia Estudante
2. Projeto	Durante semestre	Semestre letivo	Estudantes/Monitores/Professores	Todos do Projeto
3. Pós-Projeto	Final semestre	Encontro (2 horas)	Monitores/Professores	Menção Final

5.1 ETAPA 1 - PRÉ-PROJETO (PROFESSORES E MONITORES)

A Etapa 1 deve ser realizada em um período precedente ao início do semestre letivo, uma vez que ela consiste na elaboração do plano de ação (Guia do Estudante), que é um arcabouço completo, o qual orienta os participantes (estudantes, monitores e professores), na experiência como um todo ao longo do semestre.

Devem participar da elaboração deste documento (nesta etapa), somente os professores e monitores, no intuito de levantar/consolidar as informações em relação aos seguintes itens: o objetivo a ser alcançado; envolvidos no projeto (professores, monitores e estudantes); problemática (tema) a ser desenvolvida; marcos (datas) principais do projeto; disciplinas relacionadas; método de avaliação (disciplina e inter-disciplina); espaços a serem utilizados; e os pontos de controle.

Para Powell e Weenk (2003) a qualidade do planejamento dessa ação é crucial para o sucesso da experiência. Um planejamento ineficiente pode colocar em dúvida toda uma experiência, um semestre e a consequente frustração dos discentes e docentes participantes. Apesar disso, esse pode não ser o maior problema. O resultado de uma experiência fracassada leva ao descrédito que, passa a ser dado, a essas iniciativas, enfraquecendo qualquer tentativa futura. Por essas razões, é de vital importância que o planejamento de toda a experiência, seja desenvolvido com muito rigor e empenho pelos professores e monitores envolvidos [89].

Segundo Oliveira (2005), uma interessante ferramenta de auxílio ao desenvolvimento do Guia do Estudante é a ferramenta originária das Técnicas da Qualidade Total (TQM), denominada 5W1H. Essa nomenclatura é decorrente das seguintes expressões originais, em inglês: What (O que); Why (Por que); Where (Onde); When (Quando); Who (Quem); e How (Como) [80].

Essa ferramenta organiza e identifica as ações, e as responsabilidades de quem irá executar, de forma cuidadosa e objetiva, por meio de um questionamento, capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas. Esse questionamento deve ser estruturado para

permitir uma rápida identificação dos elementos necessários à implantação do projeto. Esses elementos podem ser descritos em um formato de tabela, em colunas, com as seguintes orientações de conteúdo:

- What / O que - O objetivo a ser alcançado. O que será realizado (produto)?
- Who / Quem - Os envolvidos no projeto (professores, monitores e estudantes). As disciplinas realizadas. Quem irá executar as atividades (responsabilidade)?
- Why / Porque - A problemática (tema) a ser desenvolvida. Por que esse tema deve ser executado (justificativa)?
- How / Como - Os métodos de avaliação (disciplina e inter-disciplina). Como deverá ser realizado cada atividade/etapa (método)?
- Where / Onde - Os espaços (físicos/virtuais) a serem utilizados. Onde cada etapa será executada (locais)?
- When / Quando - Os marcos do projeto. Os pontos de controle do projeto. Quando cada uma das atividades deverá ser executada (tempo)?

A elaboração do Guia do Estudante, deve ser realizada em conjunto pelos professores e monitores, participantes da experiência, porém não, necessariamente, eles precisam se encontrar presencialmente. Sugere-se que alguém se destaque como responsável por essa atividade, inicie a elaboração do documento (respondendo aos questionamentos), e o envie aos demais para que cada um dê sua contribuição. Com algumas interações o documento (Guia do Estudante) será elaborado.

O Apêndice A (**Guia do Estudante**) deste trabalho, mostra um modelo desse documento. Ele está preenchido com informações reais, derivadas da metodologia 5W1H, conforme utilizado na primeira experiência realizada na FT/UnB, no segundo semestre de 2007 (2007/2). O Guia do Estudante, deve ser divulgado, via e-mail, aos envolvidos na experiência (professores, monitores e estudantes), bem como permanecer em local acessível por todos os participantes durante a experiência.

5.2 ETAPA 2 - PROJETO (ESTUDANTES, MONITORES E PROFESSORES)

A Etapa 2 consiste na realização do projeto, propriamente dito, ao longo de um semestre letivo (aproximadamente, 15 semanas de trabalho). Participam do projeto (nesta etapa) os estudantes, monitores e professores.

Para que um projeto seja bem-sucedido, a equipe do projeto deve:

- Utilizar uma metodologia que alinhe os planos e as especificações do produto, de forma a atender aos requisitos do produto e projeto.
- Atender aos requisitos para satisfazer as necessidades e expectativas dos *stakeholders*.
- Balancear as demandas conflitantes de escopo, tempo, custo, qualidade, recursos e risco para produzir um produto de qualidade.

Segundo o PMBOK (2004), os projetos podem ser divididos em fases, no intuito de oferecer melhor controle gerencial. Coletivamente, essas fases são conhecidas como o ciclo de vida do projeto, uma vez que, geralmente, são sequenciais e, normalmente, são delimitadas por entregas, quando da mudança de uma fase para outra [86].

5.2.1 O Ciclo de Vida do Projeto

O projeto possui um ciclo de vida com 5 (cinco) fases, sendo que cada uma delas possui seus objetivos, documentos e entregas relacionadas. A figura 5.2 apresenta de forma gráfica as fases e o relacionamento entre elas (fluxo de informação).

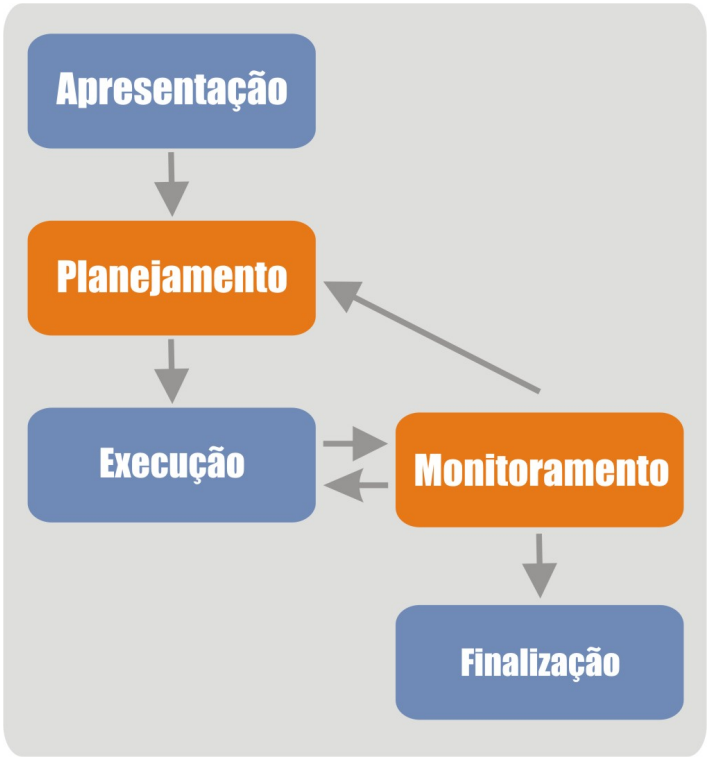


Figura 5.2: O Ciclo de Vida do Projeto com suas Fases.

A Tabela 5.2, apresenta as fases do ciclo de vida do projeto e algumas informações complementares: o momento a ser realizada e as entregas/produtos a serem gerados.

Tabela 5.2: As Cinco Fases do Projeto.

FASES	MOMENTO	ENTREGAS
1. Apresentação	Semanas (1,2,3)	Termo de Abertura do Projeto
2. Planejamento	Semanas (4,5,6)	Plano do Projeto
3. Execução	Semanas (7 a 14)	-
4. Monitoramento	Semanas (7 a 14)	Relatórios Parciais 1 e 2
5. Finalização	Semana 15	Relatório Final

Fase 1 - Apresentação

A fase de **apresentação** é o período no ciclo de vida do projeto no qual são iniciadas as atividades básicas relacionadas à adoção da metodologia de trabalho, formação das equipes de trabalho e realização do mini-curso. Possui um fluxo de trabalho, com duração de 3 (três) semanas, conforme apresentado, de forma esquemática, na Figura 5.3.

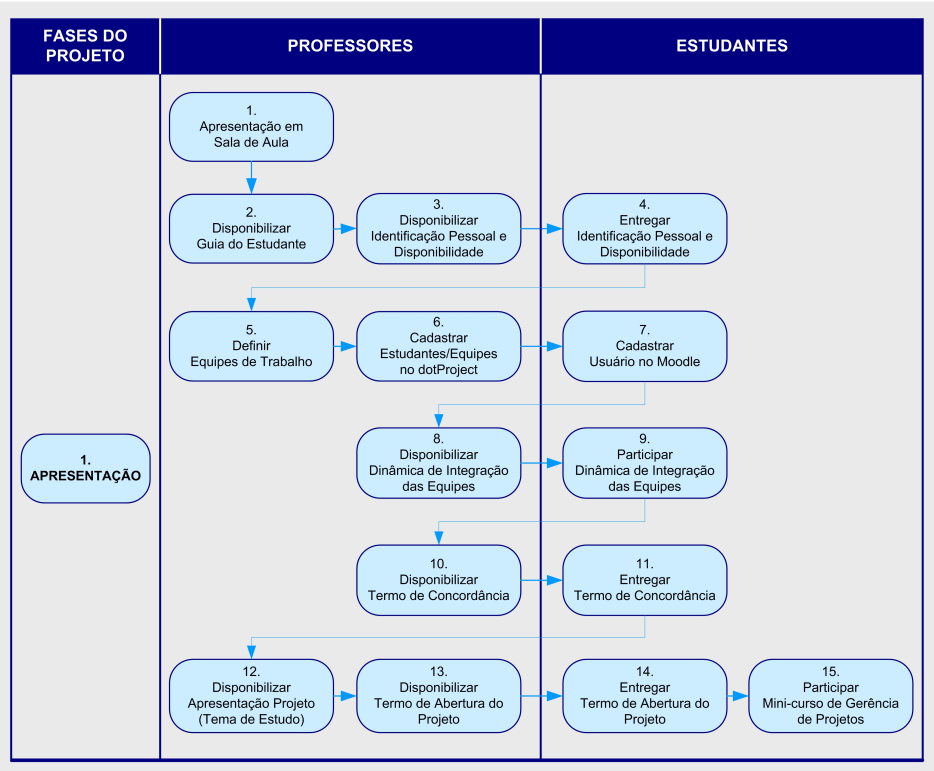


Figura 5.3: As Principais Atividades na Fase de Apresentação do Projeto.

Semana 1

Na primeira aula do semestre, o professor apresenta a metodologia de trabalho aos estudantes, explicando em detalhes o Guia do Estudante. Divulga-se o endereço eletrônico do portal

eletrônico (endereço do moodle) para que os estudantes se cadastrem e informa que o documento de **Identificação Pessoal e Disponibilidade** (*Apêndice B*) deve ser preenchido e entregue na aula seguinte. Informa-se também que o **Guia do Estudante** está disponível no Moodle, bem como o **Termo de Abertura do Projeto** (*Apêndice D*) e sua respectiva data de entrega (final da terceira semana).

Semana 2

As equipes de trabalho são definidas e divulgadas pelos professores, com base nos documentos de Identificação Pessoal e Disponibilidade. Os estudantes são informados das regras para a formação das equipes e é divulgado o **Termo de Concordância** (*Apêndice C*), contendo normas de comportamento e as funções desempenhadas por cada integrante.

Semana 3

Ao final desta semana, normalmente em um sábado pela manhã, é realizado um mini-curso, com duração de quatro horas, para nivelar os conhecimentos relacionados à gerência de projetos, ferramentas (dotProject e Moodle), trabalho em equipe e técnicas de apresentação oral, além da tentativa de conscientização dos estudantes à adoção da metodologia. O **Termo de Abertura do Projeto** deve ser entregue, devidamente preenchido, pelos respectivos gerentes de projetos.

A Tabela 5.3 apresenta um resumo das atividades, eventos e atribuições relacionadas, às três semanas da fase de Apresentação.

Tabela 5.3: Fase 1 - Apresentação - Envolvidos e suas Atribuições.

SEMANAS	PROFESSORES	ESTUDANTES
Semana 1	Apresenta Metodologia	Cadastro Moodle/Entrega Identificação Pessoal e Disponibilidade
Semana 2	Define/Divulga Equipes Trabalho	Entrega Termo Concordância
Semana 3	Realiza Mini-curso	Entrega Termo de Abertura do Projeto

Ao final desta fase (**Fase 1 - apresentação**), as equipes de trabalho são conhecidas, o Termo de Abertura do Projeto entregue, o mini-curso realizado e todos os participantes (estudantes, monitores e professores) estão cadastrados no moodle.

Fase 2 - Planejamento

A fase de **planejamento** é o período no ciclo de vida do projeto, no qual as equipes de trabalho, elaboram o **Plano do Projeto** (*Apêndice - E*). O plano do projeto tem como objetivo

a definição, preparação, integração e coordenação de todas as atividades/ações a serem realizadas no projeto, sendo a principal fonte de informação de como o projeto será planejado, executado, monitorado e finalizado.

Para o PMBOK (2004), um Plano de Gerenciamento do Projeto é um documento formal e deve ser aprovado, pois é utilizado para gerenciar a execução de um projeto, delimitando o escopo, as condicionantes (opções de decisão) definidas no Termo de Abertura do Projeto e demais declarações, eventualmente, utilizadas no projeto.

A Estrutura de Divisão do Trabalho (EDT) / Estrutura Analítica do Projeto (EAP) / Work Breadkdown Structure (WBS) é o elemento central do Plano do Projeto, ou seja, a divisão do trabalho do projeto em fases e atividades. Além da EAP, o Plano do Projeto também deve apresentar os padrões e técnicas adotadas, o modelo de ciclo de vida, os documentos que serão utilizados e gerados, as ferramentas necessárias, o cronograma de atividades com os recursos alocados, os critérios para conclusão das atividades e as fases do projeto.

Além disso, as equipes de trabalho definem um projeto detalhado do produto, documentado de forma textual e gráfica. Em seguida, as equipes criam o cronograma do projeto na ferramenta dotProject, utilizando um modelo de projeto sugerido pelos professores.

Ao final da elaboração do Plano do Projeto, a linha de base (***baseline***) do projeto é criada. Em geral, a linha de base armazena (retrato) as informações definidas no planejamento. Essas informações servirão de referência para os indicadores de desempenho, utilizados na fase de monitoramento, durante a execução do projeto.

A Figura 5.4 apresenta as principais atividades a serem realizadas na Fase de Planejamento.

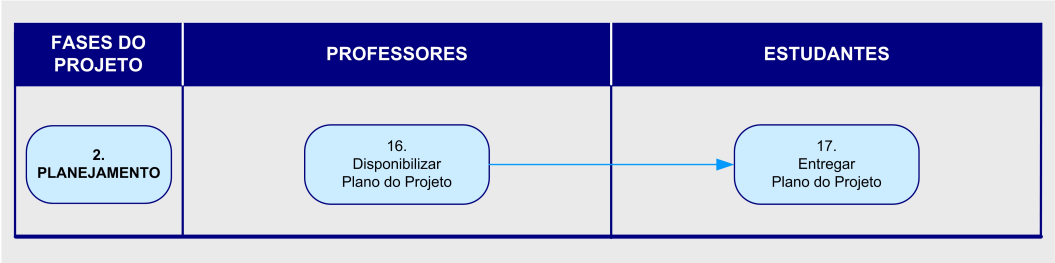


Figura 5.4: As Principais Atividades na Fase de Planejamento do Projeto.

Fase 3 - Execução

A fase de **execução** é o período no ciclo de vida do projeto, no qual as equipes de trabalho, executam as ações colaborativas e terminam o trabalho definido no Plano do Projeto a fim de

cumprir os objetivos e entregas do projeto. Esta fase envolve, principalmente, a coordenação de pessoas e recursos, além da integração e realização das atividades do projeto.

As principais atividades são:

- Coletar a informação necessária para gerar uma solução ou para realizar as atividades.
- Seguir a ordem das atividades programadas e o cronograma previsto, com certa autonomia e independência por parte dos membros das equipes de trabalho.
- Cada fase envolve comunicação, negociação, resolução de conflitos, tomada de decisões individuais e coletivas e registro das soluções parciais.
- A busca por soluções intermediárias produz informação e cria conhecimento.
- Identificar se o objetivo está atingido com a solução e resultado do projeto.

As variações normais de execução exigirão replanejamento. Essas variações podem incluir durações de atividades, produtividade e disponibilidade de recursos e riscos não esperados. Tais variações podem ou não afetar o Plano do Projeto, mas podem exigir uma análise. Os resultados da análise podem provocar uma solicitação de mudança que, se aprovada, modificaria o Plano do Projeto e, possivelmente, exigiria o estabelecimento de uma nova linha de base.

Enfim, nesta fase, os estudantes devem realizar as pesquisas, iniciar a documentação das informações, por meio dos relatórios, realizar as autoavaliações e a preparação para as apresentações nos pontos de controle. A Figura 5.5 apresenta as principais atividades a serem realizadas na Fase de Execução.

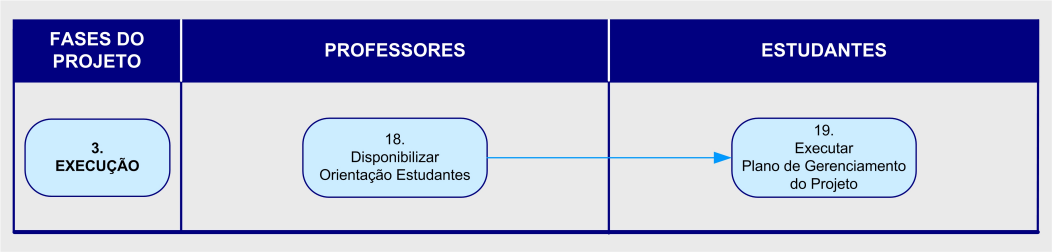


Figura 5.5: As Principais Atividades na Fase de Execução do Projeto.

Fase 4 - Monitoramento

A fase de **monitoramento** é o período no ciclo de vida do projeto, no qual as equipes de trabalho, observam a execução do projeto, de forma que possíveis problemas possam ser

identificados, no momento adequado, e que as ações corretivas sejam tomadas, quando necessário, para controlar a execução do projeto. O principal benefício é que, o desempenho do projeto é observado e medido, regularmente, identificando as possíveis variações em relação à linha de base (Plano do Projeto).

O monitoramento contínuo, permite que a equipe do projeto, tenha uma visão clara da "saúde" do projeto, destacando as áreas que exigem atenção adicional, monitorando todo o esforço do projeto. Em projetos com várias fases, fornece *feedback* entre as fases do projeto a fim de implementar ações corretivas ou preventivas para assegurar a conformidade do projeto com o Plano do Projeto.

Por fim, como recomendado pelo PMI, esta fase acontece em paralelo à fase de execução, em que os professores/monitores acompanham e controlam a realização e o andamento das atividades nos projetos. Verifica-se nos pontos de controle o progresso/desempenho das atividades realizadas pelas equipes de trabalho. As sugestões de correções/direcionamentos são dadas ao final das apresentações. Além disso, avalia-se também o nível de interação entre os integrantes por meio de avaliações realizadas, diretamente, no dotProject, em que os professores/monitores possuem acesso a todos os projetos existentes.

Pontos de Controle

Os Pontos de Controle (PC) dizem respeito ao controle formal do andamento dos projetos, sendo utilizados para assegurar certo ritmo de andamento aos projetos, porém mantendo alguma liberdade de atuação às equipes de trabalho. As equipes de trabalho apresentam aos professores o andamento dos projetos, em uma reunião agendada no Guia do Estudante, com exceção ao último ponto de controle, que sua agenda é comunicada com 48 (quarenta e oito) horas de antecedência.

O principal objetivo dos pontos de controle é avaliar, principalmente, o andamento dos projetos e as decisões tomadas pelas equipes de trabalho (gerente do projeto). Caso necessárias, algumas correções de trajetória são sugeridas, as quais devem ser avaliadas pelas equipes de trabalho, podendo ser adotadas ou não. Com isso, pretende-se valorizar a autonomia das equipes, e atribuir-lhes de fato a responsabilidade pelos resultados parciais e final dos projetos.

Em cada ponto de controle, o progresso das atividades deve ser atualizado no dotProject para o conhecimento, avaliação e o acompanhamento dos integrantes de cada equipe de trabalho.

A Figura 5.6 apresenta as principais atividades a serem realizadas na Fase de Monitoramento.

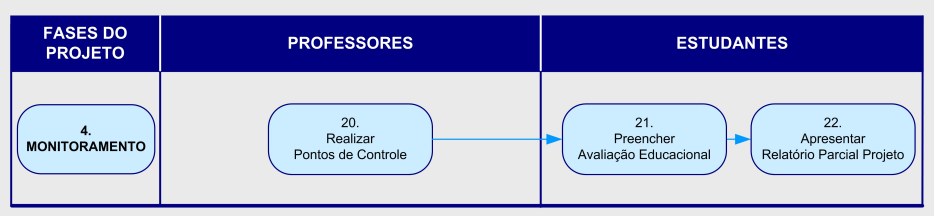


Figura 5.6: As Principais Atividades na Fase de Monitoramento do Projeto.

Fase 5 - Finalização

A fase de **finalização** é o período no ciclo de vida do projeto, no qual as equipes de trabalho, finalizam, formalmente, todas as atividades de um projeto, entregando o produto terminado. Além disso, verifica se as atividades definidas estão terminadas em todas as fases do projeto, conforme adequado, estabelecendo, formalmente, que o projeto está concluído.

É importante que seja realizada por parte das equipes de trabalho, uma avaliação crítica, tanto coletiva quanto individual, e que envolva a avaliação do produto, processo de execução e participação dos membros da equipe.

Na prática, as equipes de trabalho apresentam os relatórios finais, comunicando e divulgando os resultados. É realizada uma apresentação oral do projeto final como forma de compartilhar as experiências e o conhecimento produzido, com outros interessados no assunto. Os professores participam e avaliam, segundo critérios pré-definidos, os produtos e documentos entregues como resultado do projeto.

A Figura 5.7 apresenta as principais atividades a serem realizadas na Fase de Finalização.

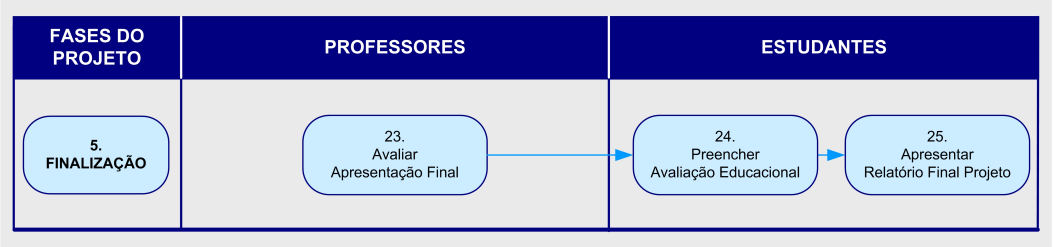


Figura 5.7: As Principais Atividades na Fase de Finalização do Projeto.

A Figura 5.8 apresenta o fluxo de trabalho completo, contemplando os documentos e instrumentos ao longo das fases do projeto, separando as atividades da Equipe de Professores das atividades dos Estudantes.

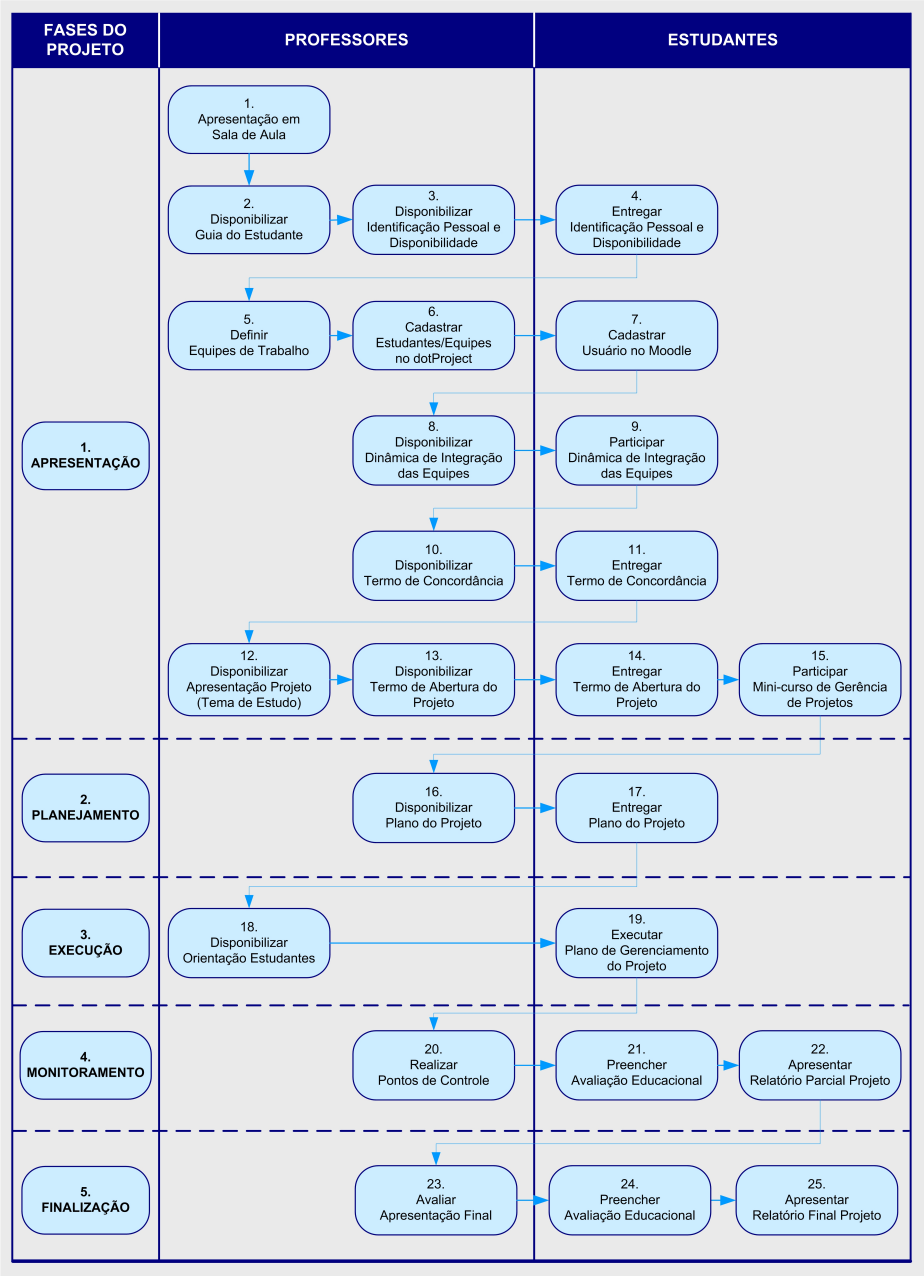


Figura 5.8: Fluxo de Trabalho Completo - Documentos - Ciclo de Vida do Projeto.

5.2.2 Documentos e Instrumentos Utilizados

A metodologia proposta, neste trabalho, contempla um conjunto de documentos e instrumentos a serem utilizados ao longo da realização de um projeto no semestre.

Documentos Utilizados

São utilizados 6 (seis) documentos no intuito de direcionar e documentar as diversas iniciativas e atividades dos estudantes. Para cada um dos documentos, existe um modelo disponível nos Apêndices, conforme indicação a seguir:

- **Guia do Estudante - Apêndice A -** Este documento tem como intuito apoiar os estudantes, descrevendo o tema do projeto, a metodologia de desenvolvimento, os requisitos gerais da solução esperada, os envolvidos na experiência, as disciplinas relacionadas, os aspectos das competências transversais, os critérios de avaliação e controle, por parte dos professores, e os endereços virtuais das ferramentas utilizadas no apoio.

- **Identificação Pessoal e Disponibilidade - Apêndice B -** Este documento visa identificar os estudantes participantes, bem como apresentar a disponibilidade de tempo para atividades extra-classe de cada estudante. A partir dessas informações são criadas as equipes de trabalho.

- **Termo de Concordância da Equipe - Apêndice C -** Este documento busca apoiar os estudantes, descrevendo as regras que as equipes de trabalho estabeleceram e que devem ser seguidas pelos seus membros. A definição do conteúdo será por conta de cada equipe de trabalho, pois eles definem suas próprias regras, automonitoraram e punem os estudantes que não se mantém de acordo com o acordo estabelecido.

- **Termo de Abertura do Projeto - Apêndice D -** Este documento tem como objetivo reconhecer a existência do projeto, servindo como referência para o trabalho do gerente do projeto. Ele descreve as seguintes informações à respeito do projeto: o título do projeto; uma descrição sucinta; o nome do gerente; as justificativas para sua realização; os *stakeholders* envolvidos; os produtos/entregas; as restrições, as premissas e os estudantes participantes.

- **Plano do Projeto - Apêndice E -** Este documento é resultante da fase de planejamento. Serve como orientação à fase de execução, tendo como intuito formalizar os procedimentos a serem conduzidos durante a execução do projeto. Descreve as seguintes informações a respeito do projeto: o título do projeto; a apresentação do projeto; matriz de responsabilidade; a estrutura analítica do projeto; análise dos riscos etc.

- **Relatório Parcial/Final - Apêndice F -** Este documento objetiva apresentar os resultados das pesquisas e trabalhos realizados ao longo da experiência. Ele consolida as informações e resultados de forma organizada, seguindo um modelo, pré-definido, pelo Departamento/Universidade em que a experiência está sendo realizada. É um bom

momento para os estudantes conhecerem o modelo de formatação do projeto final de curso, que será exigido ao final do curso.

Instrumentos Utilizados

São utilizados 4 (quatro) instrumentos no intuito de complementar a formação e facilitar a integração dos estudantes:

- **Dinâmica de Integração -** Essa atividade é realizada no início do semestre. No moodle, os estudantes ao se cadastrarem, a partir de uma palavra disponibilizada, ele faz uma pesquisa no google - imagens, com aquela palavra. O estudante escolhe alguma imagem e anexa ao moodle. Depois disso, ele deixa uma palavra para o próximo estudante. Dessa maneira, todos os estudantes participam e o conteúdo é sempre inesperado e muito inteligente. Espera-se que os estudantes se conheçam melhor, naveguem no moodle, "quebrando o gelo" com relação à ferramenta moodle.

- **Enquetes sobre Projeto Integrador -** As enquetes acontecem de forma arbitrária, ou seja, não existe uma regra para a periodicidade. A única regra é com relação ao conteúdo, pois ele deve ser voltado, na medida do possível, para perguntas de assuntos variados, vinculando questões sobre esportes, cinema etc. Por exemplo, em diversas vezes perguntamos à respeito de resultados de jogos de futebol, fórmula 1, tênis etc. A participação é sempre maciça, ou seja, estimula-se o estudante a acessar o moodle sem o compromisso com as atividades acadêmicas. Dessa forma, espera-se que os estudantes pensem no moodle não somente como trabalho.

- **Mini-curso sobre Gerência de Projetos -** Um mini-curso é realizado com a intenção de apresentar aos estudantes a motivação da experiência e conteúdos, como gerenciamento de projetos, ferramentas de apoio e aspectos ligados à Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj). Além disso, mostra-se aos estudantes que a experiência realmente é importante, pois participam todos os professores envolvidos. O evento é organizado em um auditório, com os horários bem definidos, o que demonstra seriedade aos estudantes.

- **Formulários de Pesquisa -** Esses questionários de avaliação são utilizados tanto pelos estudantes quanto pelos professores (observadores), no intuito de realizar uma identificação (coleta/análise) completa do fenômeno, estudado nesta tese. Para cada um dos questionários (Avaliação das Competências Transversais nas Equipes de Trabalho - Apêndice G; Avaliação do Processo Educacional - Apêndice H; Avaliação da Maturidade do Estudante - Apêndice I), existe um modelo disponível nos Apêndices.

5.2.3 Ciclo de Vida do Projeto X Documentos/Instrumentos

A Tabela 5.4, apresenta as fases do ciclo de vida do projeto e os documentos utilizados.

Tabela 5.4: As Fases do Projeto e os Documentos Utilizados.

FASES DO PROJETO	**DOCUMENTOS UTILIZADOS**
Apresentação	- Guia do Estudante
	- Identificação Pessoal e Disponibilidade
	- Termo de Concordância da Equipe
	- Termo de Abertura do Projeto
Planejamento	- Plano do Projeto
Execução	- *Não existe documento associado.*
Monitoramento	- Relatório Parcial do Projeto
	- Formulários de Pesquisa
Encerramento	- Relatório Final do Projeto
	- Formulário de Avaliação do Processo Educacional

5.3 ETAPA 3 - PÓS-PROJETO (MONITORES E PROFESSORES)

A Etapa 3 consiste nas atividades de coleta dos registros da experiência, fechamento das menções, análise do sucesso ou fracasso, discussão sobre as lições aprendidas e arquivamento das informações/documentos para serem utilizadas, futuramente, nas próximas experiências ou pela própria Universidade em outro contexto.

Participam do projeto (nesta etapa) os monitores e professores. O fechamento exige um único encontro entre os Monitores e Professores (Lições Aprendidas), no intuito de se gerar uma discussão da experiência, percepções individuais e sugestões de melhorias à metodologia.

5.4 AS FERRAMENTAS DE APOIO

5.4.1 Sistemas de Avaliação

Avaliação por Pares (Peer Review)

Para Janssen e Lourenço (2006) os currículos mais atualizados na área da engenharia visam preparar não apenas engenheiros qualificados, mas também estudantes autônomos, capazes de atuar em ambientes complexos e dinâmicos e de lidar com a crescente quantidade de informações e situações profissionais a que estão expostos. A escola de engenharia deve engajar

os estudantes em um processo contínuo de aprendizagem, no qual habilidades reflexivas, analíticas e de automonitoramento são fundamentais [35].

Ao longo dos anos, a avaliação em educação em engenharia tem sido uma responsabilidade, essencialmente, do corpo docente. No entanto, na perspectiva de capacitar engenheiros para o desenvolvimento contínuo e atuação em equipes, há uma crescente tendência de responsabilização dos estudantes, incluindo o papel de agentes de sua própria avaliação e da avaliação de seus pares. Os educadores têm buscado dados colhidos de múltiplas fontes, criando um "círculo completo" de avaliadores, que inclui professores, estudantes etc.

De acordo com Mattheos *et al.* (2004), a autoavaliação representa uma estratégia de ensino importante, que prepara o estudante para o seguinte [50]:

- Repensar os resultados de suas próprias ações.
- Refletir sobre o seu aprendizado.
- Avaliar como tal aprendizado o preparou para realizar as tarefas esperadas.
- Perceber suas necessidades individuais de aprendizagem.
- Elaborar um plano coerente para lidar com suas dificuldades.
- Comparar os novos resultados com os anteriores e revisar e atualizar seu plano de aprendizado.

A habilidade de identificar valores e atitudes pessoais, reconhecendo os próprios pontos fortes e fracos, pode ser desenvolvida, aperfeiçoada e modificada pela educação, sendo considerada essencial à manutenção e melhoria da proficiência na engenharia, bom relacionamento com a equipe de trabalho e ao desenvolvimento da identidade profissional [3].

Diversos autores defendem o uso da autoavaliação em conjunto com a avaliação feita por pares e professores. A comparação entre esses dois métodos de avaliação fornece aos educadores informações úteis para o desenvolvimento e planejamento do currículo e para a revisão da metodologia adotada, além de estimular a discussão e o *feedback*.

Segundo Epstein e Hundert (2002), a capacitação do estudante para ser agente atuante em seu desenvolvimento profissional é uma questão central da educação na engenharia. Desta forma, tanto a autoavaliação quanto a avaliação por pares parecem ser métodos promissores.

No entanto, é preciso compreender a relutância dos estudantes em avaliarem seus pares e a si mesmos. É preciso que se desenvolva programas que preparem estudantes e professores para realizarem avaliações de forma consciente e construtiva, criando, paralelamente, um ambiente propício e seguro de avaliação. Para tanto, a autoavaliação e a avaliação por pares precisam ser integradas no conjunto de instrumentos necessários ao desenvolvimento dos egressos de engenharia [49].

A autoavaliação, desde que bem desenvolvida, proporciona ao estudante, e consequentemente, ao profissional, aumento da autoestima, segurança, autocrítica e autoaprimoramento contínuo, seja profissional ou pessoal. Em cada atividade, o estudante atribui pontuação a si próprio e, anonimamente, aos componentes da equipe e à equipe de trabalho como um todo [69].

Sullivan (1999) diz que, a capacidade de autoavaliação do indivíduo é verificada por meio da comparação da pontuação atribuída a si mesmo, com suas pontuações atribuídas pelos componentes do grupo e pelos professores envolvidos na atividade. O objetivo é possibilitar que o indivíduo compare sua autoimagem profissional com a imagem concebida pelos colegas de equipe de trabalho [73].

Avaliação no Projeto

Os elementos considerados na avaliação do projeto são relacionados aos aspectos internos à equipe de trabalho, como a criatividade e originalidade, organização das atividades, comunicação oral e escrita, o comportamento profissional e viabilidade técnica, econômica, social e ambiental do projeto.

Estímulos positivos e negativos são utilizados, no intuito de motivar os estudantes a participar em todas as atividades. Em virtude da provável adaptação dos estudantes aos estímulos, adota-se um sistema binário de avaliação, em que cada atividade é pontuada com as notas 0 (zero) ou 10 (dez), ou seja, nas atividades executadas dentro do projeto, quando a equipe de trabalho participa de ação que seja passível de pontuação, conforme Guia do Estudante, ou entrega um produto demandado, a menção é 10 (dez), caso não a entregue, a menção dada é 0 (zero), não se permitindo entregas posteriores às acordadas no Guia do Estudante e Plano do Projeto.

A nota final a ser atribuída ao estudante, devido à sua Participação no Projeto (PP), é composta pela média ponderada das Avaliações Individuais (AI), Avaliações Coletivas (AC) e pela nota atribuída pelo Parecer Final (PF) após a apresentação oral, conforme apresentado

pela equação a seguir:

$$PP = (0,1 * AI) + (0,4 * AC) + (0,5 * PF)$$

5.4.2 Ferramentas de e-Learning

As plataformas de e-Learning devem ser utilizadas tanto no apoio às Disciplinas (Moodle) quanto à Gerência do Projeto (dotProject). Os principais objetivos da utilização regular de uma plataforma de e-Learning são:

- Disponibilizar os conteúdos das unidades curriculares e dos estudantes.
- Publicar as informações sobre projeto.
- Fomentar o trabalho em equipe mesmo não presencial (Chat e Fórum).
- Potencializar as possibilidades de contato para esclarecimentos e responder a dúvidas.
- Criar listas de respostas a questionamentos frequentes.

Moodle

O Moodle (Modular Oriented Distance Learning) é um *software* de fonte aberta (Open Source Software), que pode ser instalado, usado, modificado e distribuído livremente para os ambiente Unix, Linux, Windows e outros.

É uma aplicação de internet que fornece, aos professores e estudantes, uma ferramenta para se criar um curso baseado na internet, com políticas de controle de acesso. Pode-se, facilmente, compartilhar materiais de estudo, manter discussões, aplicar testes de avaliação e pesquisas de opinião, coletar e revisar atividades, e registrar notas.

Para Dougiamas (2001) uma das principais vantagens do moodle sobre outras plataformas, além de ser gratuito, é o desenvolvimento de um forte embasamento na pedagogia construcionista. Com o uso da internet, o ambiente de aprendizagem oferece diversas ferramentas que podem ser propostas pelos professores, como a disponibilidade de manter o conteúdo didático e a maioria dos contatos (estudante-professor) de forma virtual [28].

Os elementos didáticos (documentos e instrumentos) que compõem a metodologia proposta, permaneceram disponíveis na internet (moodle), ao longo do semestre, no seguinte endereço: www.save.pro.br/mood.

A Figura 5.9 apresenta a página (imagem) do moodle utilizado nas experiências.

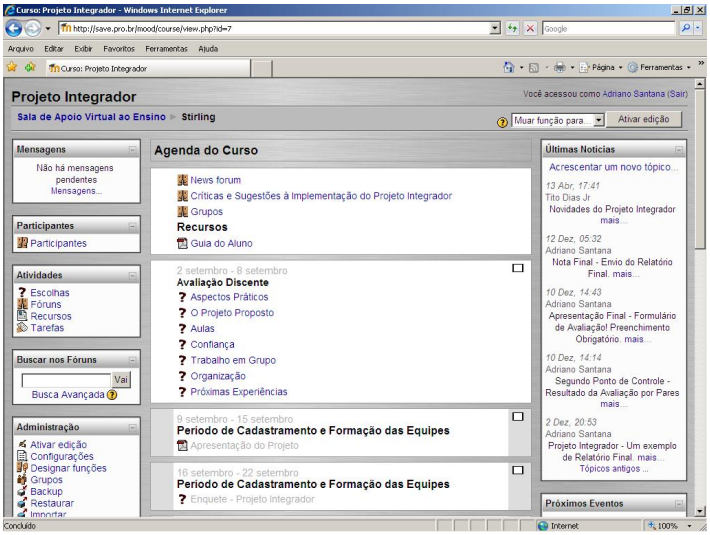


Figura 5.9: Página da Web - Moodle.

dotProject

O dotProject (www.dotproject.net) é um sistema de gerência de projetos em *software* livre de fácil utilização. Ele possui um conjunto de funcionalidades e características que o tornam indicado para implementação em ambientes que necessitam de acesso via internet. O acesso é realizado por meio de um *browser* qualquer, tornando assim sua utilização independente de sistema operacional e instalação na máquina do usuário, pois é executado em um servidor de rede.

O endereço do dotProject utilizado na experiência é: www.save.pro.br/dot. A Figura 5.10 apresenta uma ilustração da ferramenta dotProject.

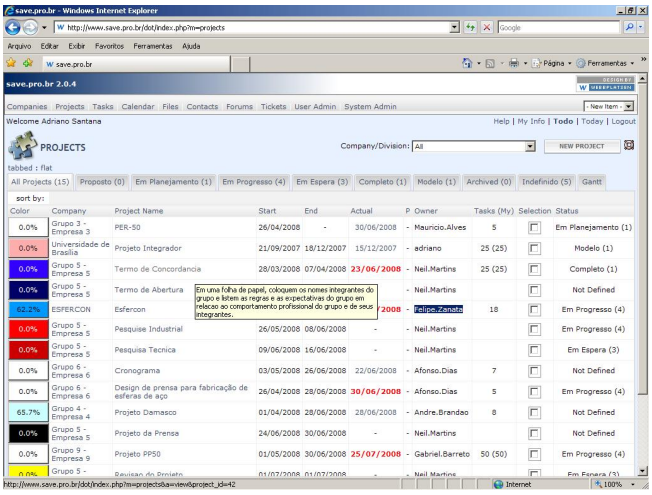


Figura 5.10: dotProject - Ferramenta para Gerência de Projeto.

6 IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este trabalho, está estruturado em uma pesquisa bibliográfica, baseada em uma contextualização multidisciplinar que busca justificar, nos termos da metodologia proposta, o por que da escolha da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) como estratégia para o ensino de engenharia, considerando as necessidades da formação ao egresso desta área. Esta trajetória conceitual foi realizada, simultaneamente, ao processo de desenvolvimento e evolução da metodologia proposta e das intervenções experimentais, as quais se sobrepuseram em muitos momentos, como acontece, geralmente, em trabalhos de pesquisas de similar natureza.

6.1 HISTÓRICO

Em meio ao levantamento conceitual (pesquisa bibliográfica) e após a finalização dos créditos (disciplinas) obrigatórios, a serem cursados no programa de doutorado, em Junho de 2006, o pesquisador iniciou a busca por uma forma (metodologia) de experimentação da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) alinhada à realidade da Universidade de Brasília. Neste momento, o pesquisador conheceu o modelo implantado na Universidade do Minho (Portugal), o qual conseguiu por meio de um Professor do Departamento de Produção e Sistemas (DPS), o apoio e a confiança para o intercâmbio (informal) de experiências entre as Universidades.

Com a intenção de que esta pesquisa pudesse concorrer para a melhoria do ensino em engenharia, elevando a aprendizagem das competências transversais dos estudantes participantes, demandava a realização de um estudo de caso, que envolvesse professores, disciplinas, estudantes, métodos, ferramentas e avaliações. Porém, as dificuldades eram enormes, pois a Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) não é um método de instrução comum no Brasil, principalmente, na Universidade de Brasília, a qual não possui, em sua biblioteca, nenhum relato de experiências anteriores, sobretudo no ensino de engenharia.

Entretanto, após uma reunião realizada na Faculdade de Tecnologia, em que o objetivo era a discussão de estratégias/inovações curriculares para a melhoria no ensino de engenharia, o pesquisador apresentou o "rascunho da metodologia" a um Professor, o qual a partir daquele momento se dispôs a tomar parte dela voluntariamente. A partir do interesse do Professor,

foi-lhe feito o convite para a participação neste trabalho, como co-orientador, em Maio de 2007, quando ficaram estabelecidos o formato da pesquisa e a expectativa do trabalho em co-laboração, faltando a modelagem final da metodologia que seria experimentada no semestre seguinte (2007/2).

6.2 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

A definição do contexto de implementação e dos participantes, na primeira intervenção, foi estabelecido entre o pesquisador e o Professor, os quais partiram da investigação sobre os objetivos do ensino de engenharia. Para este fim foram consultados diversos documentos (Diretrizes Curriculares para o Ensino de Engenharia), artigos e a própria experiência da Universidade do Minho. A escolha do formato da AOPj (atividades e avaliação) foi resultado de busca na literatura por parte do pesquisador e da discussão e deliberação conjunta nos vários encontros com os Professores (Orientador e Co-orientador).

Além disso, na literatura, foram identificados diversos trabalhos ([36], [47], [13], [44]) que relatam experiências de implementação de Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) em cursos de engenharia. Entretanto, nota-se limitações relacionadas, principalmente, ao reduzido número de estudantes que participam das atividades e a dificuldade de desenvolvimento da autonomia dos estudantes, causada, principalmente, pela necessária proximidade dos professores (tutores) junto aos estudantes (equipes de trabalho) envolvidas nas experiências.

Diferentemente do contexto citado acima, e buscando caracterizar a unicidade desta pesquisa, 3 (três) atributos foram perseguidos durante o planejamento da implementação da AOPj, relatada neste trabalho:

- Grande número de estudantes envolvidos nas intervenções - 65 na média.
- Envolvimento de estudantes de semestres diferentes - 4o, 5o, 7o e 8o semestres.
- Pouca interferência dos professores junto aos estudantes - atuação sob demanda.

As intervenções acabaram por acontecer em 3 (três) momentos (semestres) consecutivos, no curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, as quais contaram com a participação e contribuição de outros Professores, disciplinas e um grande número de estudantes.

A Tabela 6.1, apresenta um resumo, com as principais informações relacionadas às intervenções realizadas, mostrando os **Semestres** (realização das intervenções), **Professores** (participantes da pesquisa), **Disciplinas** (relacionadas na pesquisa), **Estudantes** (número de estudantes participantes) e **Item de Pesquisa** (número de formulários de pesquisa respondidos pelos estudantes).

Tabela 6.1: Resumo em Números nas 3 (três) Intervenções Realizadas.

SEMESTRES	PROFESSORES	DISCIPLINAS	ESTUDANTES	ITEM PESQUISA
2007/2	Professor A	Disciplina A	72	370
	Professor B	Disciplina B		
	Pesquisador	Disciplina PI		
2008/1	*Professor A*	*Disciplina A*	*68*	*340*
	Professor C	*Disciplina C*		
	Pesquisador	*Disciplina PI*		
2008/2	Professor A	Disciplina A	53	313
	Professor C	Disciplina C		
	Professor D	Disciplina D		
	Professor E	Disciplina E		
	Professor F	*Observador*		
	Professor G	*Observador*		
	Pesquisador	Disciplina PI		
Total	**7 professores**	**6 disciplinas**	**193 estudantes**	**1.023 formulários**

No intuito de formalizar as intervenções realizadas e conceder créditos aos estudantes participantes, foi ofertada uma disciplina (optativa - 2 créditos) na grade curricular no curso de Engenharia Mecânica, com o nome de Projeto Integrador I. Essa disciplina ficou sob a responsabilidade do Pesquisador, que controlou em todas as intervenções o número de estudantes matriculados, suas respectivas menções e vínculos com as demais disciplinas envolvidas nas intervenções.

6.2.1 Primeira Intervenção (2007/2)

Tema do Projeto

Nesta intervenção, o tema desenvolvido foi relacionado ao motor Stirling. Esse motor é uma máquina térmica capaz de operar como um motor de combustão externa, ou seja, recebe energia de uma fonte externa de calor, proveniente de combustão, produz trabalho e rejeita parte da energia recebida para o ambiente.

Este tipo de motor foi desenvolvido no Reino Unido em 1816 e ainda desperta interesse da comunidade técnica, principalmente porque opera sob um ciclo com desempenho muito próximo do ciclo de Carnot, apresentando alta eficiência termodinâmica. Embora, tenha sido projetado como um motor de combustão externa, um coletor solar pode ser empregado, em conjunto com esse motor, como fonte de energia.

Para o desenvolvimento do projeto, a equipe de trabalho deve entender o princípio de funcionamento de um motor Stirling, dimensionar suas partes, inventar e dimensionar um sistema de captação da energia solar. O projeto deve atender os seguintes requisitos:

- Fontes de energia - solar e outra definida pela equipe de trabalho.
- Potência produzida - necessária para uma residência doméstica média, operando 24 horas.
- Estabilidade - deve-se garantir que o sistema continue gerando energia à noite e em dias nublados. A variação de geração não deve ser maior que 10%.
- Portabilidade - o sistema deve ser de instalação fixa.
- Segurança - devem ser previstos dispositivos de segurança que evitem acidentes com usuários.
- Ambiental - deve ser ambientalmente viável.

Estudantes e Disciplinas Envolvidas

A interação entre estudantes de diferentes semestres permite a formação de equipes de trabalho mais heterogêneos, proporcionando um ambiente para troca de conhecimentos e experiências. Para esse primeiro ciclo de experiência, os estudantes participantes se matricularam na disciplina de Projeto Integrador I, em que ao todo participaram 72 (setenta e dois) estudantes.

Foram relacionadas duas disciplinas de semestres diferentes, sendo Termodinâmica 1 (quarto semestre), com 41 (quarenta e um) estudantes, e Projeto de Sistemas Mecânicos (oitavo semestre), com 31 (trinta e hum) estudantes, cujas cargas horárias e objetivos gerais são:

- **Termodinâmica 1 - 60 horas** - proporcionar ao estudante um ambiente de desenvolvimento de uma base teórica sólida para melhor aproveitamento de disciplinas posteriores, além de habilitar o estudante a formular adequadamente e solucionar problemas envolvendo termodinâmica clássica na prática de engenharia.

- **Projeto de Sistemas Mecânicos - 60 horas** - introduzir o estudante ao projeto de engenharia como a atividade de síntese da profissão de engenheiro mecânico, integrando os conhecimentos e as habilidades técnicas adquiridas ao longo do curso de graduação na solução de problemas, por meio do desenvolvimento de projetos reais.

A Figura 6.1 apresenta a nota final das equipes, entre 0 (zero) e 10 (dez), nos relatórios finais.

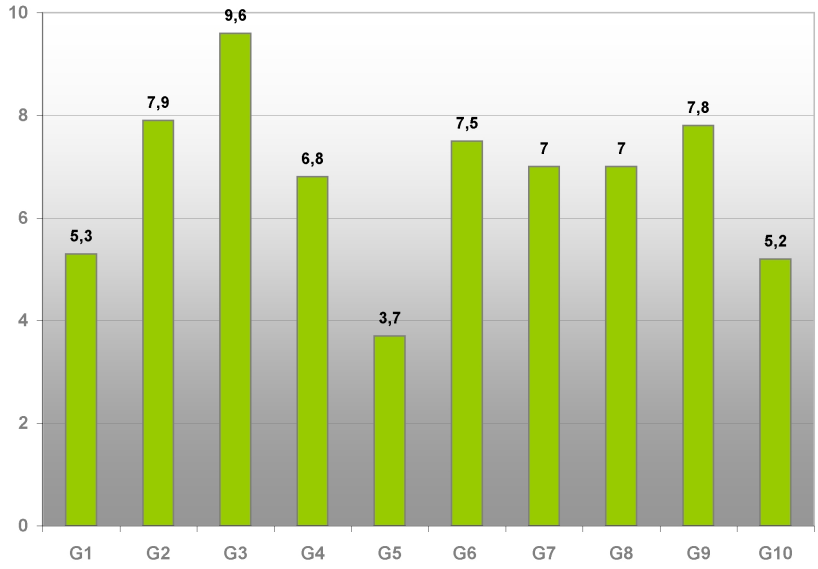


Figura 6.1: Primeira Intervenção - Avaliação dos Relatórios Finais.

Avaliação de Termodinâmica 1

A Menção Final da disciplina de Termodinâmica 1 (MFT) foi determinada pela média ponderada da Média de três Provas Teóricas (MPT), com consulta, Média dos Exercícios de Entrega (MEE) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFT = (0,5 * MPT) + (0,2 * MEE) + (0,3 * PP)$$

Avaliação de Projeto de Sistemas Mecânicos

A Menção Final da disciplina de Projeto de Sistemas Mecânicos (MFSM) foi determinada por meio da ponderação da Média de duas Provas Teóricas (MPT), Média do Trabalho Individual (MTI) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFSM = (0,4 * MPT) + (0,3 * MTI) + (0,3 * PP)$$

Relatório Final - Menções Recebidas

Os relatórios finais foram avaliados pelos professores, de modo a valorizar soluções inovadoras e passíveis de implementação prática, segundo os seguintes critérios: Apresentação Escrita, Coerência e Consistência, Referencial Teórico, Adequação ao Termo de Abertura, Viabilidade Técnica / Financeira e Adequação aos Requisitos Técnicos.

6.2.2 Segunda Intervenção (2008/1)

Nesta intervenção, o tema desenvolvido foi relacionado às prensas, que são máquinas (ferramentas) utilizadas para a conformação, ou corte, de matéria-prima, particularmente, metálica, para a fabricação de produtos e peças na metalurgia básica. Esses equipamentos podem ser utilizados para realizar diversas operações, tais como: conformar, moldar, cortar, furar, cunhar e vazar peças metálicas.

O projeto de prensa tem como objetivo elaborar um esquema para a fabricação de esferas de metal por forjamento a quente utilizadas na fabricação de rolamentos. As equipes de trabalho deverão estudar o processo de conformação a quente, a energia necessária para a deformação da peça, e dimensionar e/ou selecionar as partes constituintes da máquina, como freio, embreagem, volante, mancais, motor elétrico, colunas e a matriz de forjamento.

Para o desenvolvimento do projeto, a equipe de trabalho deve entender o princípio de funcionamento de uma prensa, dimensionar suas partes, inventar e dimensionar um sistema de conformação ou corte. O projeto deve atender os seguintes requisitos:

- Diâmetro final das esferas - 50 (cinquenta) milímetros (mm).
- Material das esferas - escolhido de acordo com uma aplicação industrial para os rolamentos, considerando as peculiaridades de cada solução apresentada.
- Condição de operação da máquina - prever 16 (dezesseis) horas diárias de funcionamento contínuo da máquina.
- Segurança - devem ser previstos dispositivos de segurança que evitem prejuízo por mau funcionamento e acidentes com usuários.
- Viabilidade econômica - o investimento na aquisição do equipamento deve ser retornado no menor tempo possível.

Estudantes e Disciplinas Envolvidas

A interação entre estudantes de diferentes semestres permite a formação de equipes de trabalho mais heterogêneos, proporcionando um ambiente para troca de conhecimentos e experiências. Para esse segundo ciclo de experiência, os estudantes participantes se matricularam na disciplina de Projeto Integrador I, em que ao todo participaram 68 (sessenta e oito) estudantes.

Foram relacionadas duas disciplinas de semestres diferentes, sendo Termodinâmica 1 (quarto semestre), com 46 (quarenta e seis) estudantes, e Projeto de Máquinas 2 (sétimo semestre), com 22 (vinte e dois) estudantes, cujas cargas horárias e objetivos gerais são:

- **Termodinâmica 1 - 60 horas** - proporcionar ao estudante um ambiente de desenvolvimento de uma base teórica sólida para melhor aproveitamento de disciplinas posteriores, além de habilitar o estudante a formular adequadamente e solucionar problemas envolvendo termodinâmica clássica na prática de engenharia.
- **Projeto de Máquinas 2 - 60 horas** - iniciar o estudante no desenvolvimento de projetos mecânicos a partir de uma metodologia pré-definida e com base na análise de esforços, no cálculo da resistência e na seleção dos elementos de máquinas.

A Figura 6.2 apresenta a nota final das equipes, entre 0 (zero) e 10 (dez), nos relatórios finais.

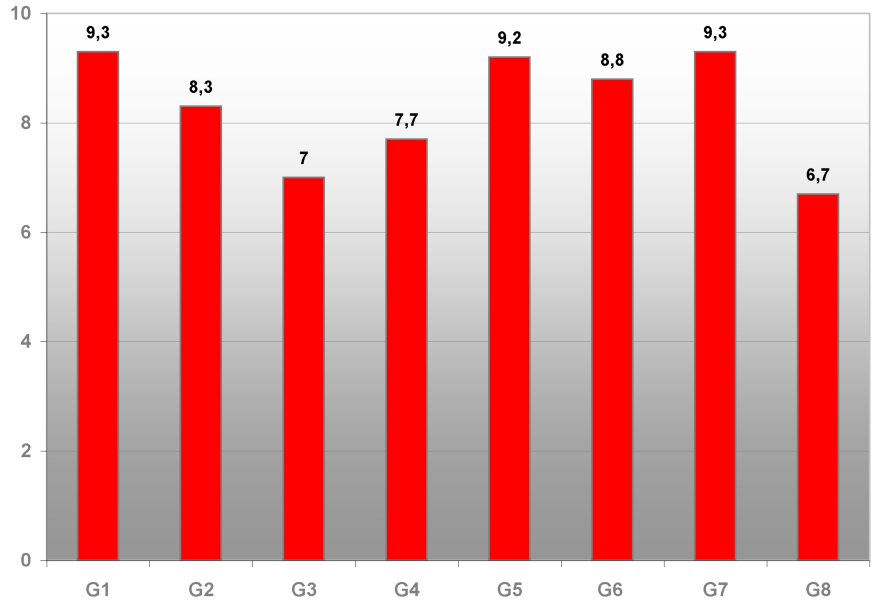


Figura 6.2: Segunda Intervenção - Avaliação dos Relatórios Finais.

Avaliação de Termodinâmica 1

A Menção Final da disciplina de Termodinâmica 1 (MFT) foi determinada pela média ponderada da Média de três Provas Teóricas (MPT), com consulta, Média dos Exercícios de Entrega (MEE) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFT = (0,6 * MPT) + (0,1 * MEE) + (0,3 * PP)$$

Avaliação de Projeto de Máquinas 2

A Menção Final da disciplina de Projeto de Máquinas 2 (MFPM) será determinada por meio da ponderação da Média de duas Provas Teóricas (MPT), Média do Trabalho Individual (MTI) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFPM = (0,6 * MPT) + (0,1 * MTI) + (0,3 * PP)$$

Relatório Final - Menções Recebidas

Os relatórios finais foram avaliados pelos professores, de modo a valorizar soluções inovadoras e passíveis de implementação prática, segundo os seguintes critérios: Apresentação Escrita, Coerência e Consistência, Referencial Teórico, Adequação ao Termo de Abertura, Viabilidade Técnica / Financeira e Adequação aos Requisitos Técnicos.

6.2.3 Terceira Intervenção (2008/2)

Nas duas intervenções anteriores (2007/2 e 2008/1), os estudantes, que estavam matriculados nas disciplinas relacionadas à experiência, tinham que optar entre participar da disciplina de Projeto Integrador I ou realizar um projeto de forma similar, nas próprias disciplinas, ou seja, de uma forma ou de outra, os estudantes realizariam os projetos. Entretanto, nesta intervenção, ao contrário das duas anteriores, os estudantes se matricularam de forma livre, uma vez que foi oferecida, na grade curricular, a disciplina de Projeto Integrador I.

Nesta intervenção, dois temas (projetos) foram desenvolvidos: a) Dispositivo de Bombeamento; b) Separador de Grãos. Especificamente, no tema Dispositivo de Bombeamento, as soluções a serem apresentadas, ao final da experiência, tem como objetivo o atendimento à parceria (informal) entre o curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília e o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), em que se busca por uma solução à difícil

manutenção das bombas de extração de água das cisternas, no Programa Hum Milhão de Cisternas (P1MC) [6].

Dispositivo de Bombeamento (Equipes A)

As cisternas de placas de cimento para a captação de água da chuva representam uma solução de acesso a recursos hídricos, que possibilita grandes e importantes impactos nas condições de vida da população, na região do semiárido brasileiro. Cerca de duzentos e cinquenta mil cisternas, já foram construídas para captar água durante o período chuvoso, e são destinadas à população rural de baixa renda, que sofre com os efeitos das secas prolongadas, chegando a durar oito meses do ano.

Neste contexto, um dispositivo importante é o que deve ser utilizado para extrair água da cisterna para utilização diária, pois, de maneira geral, deve ser de baixo custo, fácil manutenção e de forma que evite contaminação da água do reservatório. Propõe-se, então, nesta experiência, a construção de um dispositivo de bombeamento que possa ser produzido em média escala e que possa ser utilizado pela população atendida pelas cisternas.

O projeto possui grande preocupação com os custos de produção e na manutenção (a ser realizada pelos próprios habitantes do semiárido) nos dispositivos, além da higiene e eficiência na retirada da água. No final do projeto, serão apresentados os protótipos (dispositivos de bombeamento) à banca participante da apresentação final.

Separador de Grãos (Equipes B)

Segundo a Embrapa [7], a chamada agricultura familiar, constituída por pequenos e médios produtores, representa a maioria de produtores rurais no Brasil. Estes produtores e seus familiares são responsáveis por inúmeros empregos no comércio e nos serviços prestados nas pequenas cidades. A melhoria de renda deste segmento, por meio de sua maior inserção no mercado tem impacto importante no interior do país e, por conseqüência nas grandes metrópoles.

Dessa forma, foi proposto a construção (conceitual) de um equipamento para separação de grãos voltado para a produção da agricultura familiar.

[6] Este programa (P1MC) busca garantir a um milhão de famílias rurais mais carentes a superação de suas carências de água potável. A abrangência desse programa compreende 1.012 municípios e uma população rural de 8.300.000 habitantes, no semiárido nordestino. http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/arqs/P1MC.doc

[7] EMPRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, cuja missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira. http://www.emprapa.gov.br

Estudantes e Disciplinas Envolvidas

A interação entre estudantes de diferentes semestres permite a formação de equipes de trabalho mais heterogêneos, proporcionando um ambiente para troca de conhecimentos e experiências. Para esse terceiro ciclo de experiência, os estudantes participantes se matricularam na disciplina de Projeto Integrador I, em que ao todo participaram 53 (cinquenta e três) estudantes.

Foram relacionadas quatro disciplinas, envolvendo três semestres diferentes, sendo Termodinâmica 1 (quarto semestre), Mecânica 2 (quarto semestre), Projeto de Máquinas 2 (sétimo semestre) e Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos (optativa), cujas cargas horárias e objetivos gerais são:

- **Termodinâmica 1 - 60 horas** - proporcionar ao estudante um ambiente de desenvolvimento de uma base teórica sólida para melhor aproveitamento de disciplinas posteriores, além de habilitar o estudante a formular adequadamente e solucionar problemas envolvendo termodinâmica clássica na prática de engenharia.
- **Mecânica 2 - 60 horas** - instruir e desenvolver a capacidade para resolver problemas de dinâmica dos sistemas de partículas e dos corpos rígidos, através da introdução dos conceitos teóricos e das metodologias práticas para a abordagem de problemas associados à cinemática e à cinética.
- **Projeto de Máquinas 2 - 60 horas** - iniciar o estudante no desenvolvimento de projetos mecânicos a partir de uma metodologia pré-definida e com base na análise de esforços, no cálculo da resistência e na seleção dos elementos de máquinas.
- **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos - 60 horas** - obter conhecimentos básicos teóricos e práticos relativos aos principais componentes óleo-dinâmicos, estando apto a projetar circuitos em máquinas industriais e móveis, hidráulicas e pneumáticas.

Avaliação das Disciplinas

As Menções Finais (MFS) em todas as quatro disciplinas foram determinadas pela média ponderada da Média de três Provas Teóricas (MPT), com consulta, Média dos Exercícios de Entrega (MEE) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFS = (0,6 * MPT) + (0,1 * MEE) + (0,3 * PP)$$

Relatório Final - Menções Recebidas

Os relatórios finais foram avaliados pelos professores, de modo a valorizar soluções inovadoras e passíveis de implementação prática, segundo os seguintes critérios: Apresentação Escrita, Coerência e Consistência, Referencial Teórico, Adequação ao Termo de Abertura, Viabilidade Técnica / Financeira e Adequação aos Requisitos Técnicos.

A Figura 6.3 apresenta a nota final das equipes, entre 0 (zero) e 10 (dez), nos relatórios finais.

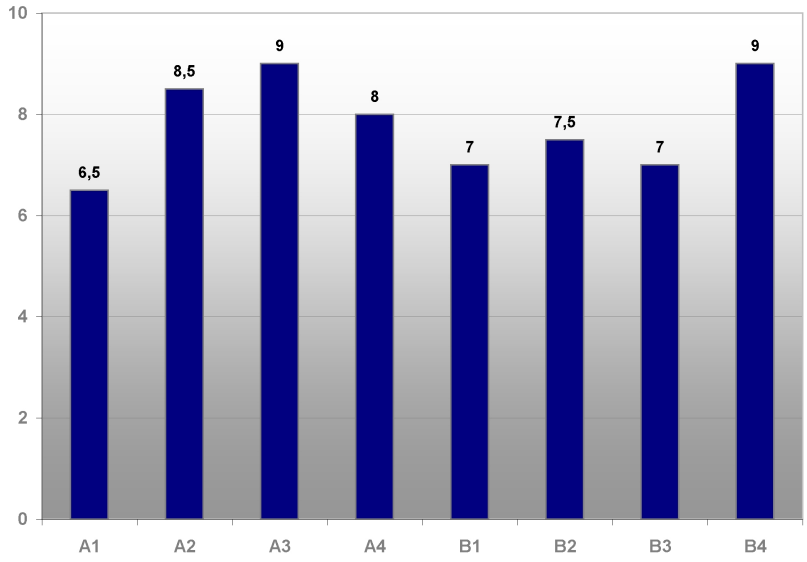


Figura 6.3: Terceira Intervenção - Avaliação dos Relatórios Finais.

6.3 A COLETA DOS DADOS

A coleta de dados, neste trabalho, nas três intervenções, envolveu 3 (três) questionários distintos, sendo aplicados aos estudantes ao longo das experiências realizadas. Para cada um dos questionários, existe um modelo disponível nos Apêndices, conforme indicação a seguir:

- **Avaliação das Competências Transversais nas Equipes de Trabalho - Apêndice G -** Este questionário permite, por parte dos estudantes, a realização da autoavaliação e avaliação por pares. Esta avaliação, proporciona ao estudante e, consequentemente, ao futuro profissional, aumento da autoestima, segurança, autocrítica e autoaprimoramento contínuo. Os professores (observadores) também utilizaram este questionário nas avaliações, tanto nos pontos de controle quanto na apresentação final.

- **Avaliação do Processo Educacional - Apêndice H -** Este questionário permite a verificação, por parte dos estudantes, em relação à adoção da Aprendizagem Orientada por Projetos e a Metodologia proposta neste trabalho.

- **Avaliação da Maturidade do Estudante - Apêndice I -** Este questionário permite, por parte dos estudantes, a avaliação em relação à autocrítica e na verificação da evolução ou não da maturidade pessoal e profissional.

Esses questionários de avaliação foram utilizados tanto pelos estudantes quanto pelos professores (observadores). No intuito de realizar uma identificação (coleta/análise) completa do fenômeno, estudado nesta tese, buscou-se que os questionários contemplassem, conforme apresentadas a seguir, as características necessárias à uma pequisa dessa natureza, ou seja, os instrumentos da pesquisa possuem questões [24]:

- Quantitativas (1 a 5) - apropriada para medir tanto opiniões, atitudes e comportamentos. As questões devem ser diretas e facilmente quantificáveis.
- Dissertativas (abertas) - possibilita a captação das impressões pessoais, críticas e sugestões de melhorias.

As respostas coletadas dos questionários estarão integradas na avaliação (quantitativa/qualitativa), tanto em termos numéricos (quantitativa) quanto compreensivos (qualitativa), as quais serão utilizadas para aprofundar questões consideradas relevantes para o entendimento dos resultados. Também será realizada uma avaliação global da experiência, com a identificação de pontos relevantes encontrados e, principalmente, relacionada ao desenvolvimento das competências transversais.

A Figura 6.4, apresenta a estratégia utilizada para a aplicação dos formulários ao longo de um semestre (intervenção), ou seja, em quais momentos os formulários são aplicados aos estudantes para o devido preenchimento e coleta das informações relacionadas à implementação da metodologia proposta.

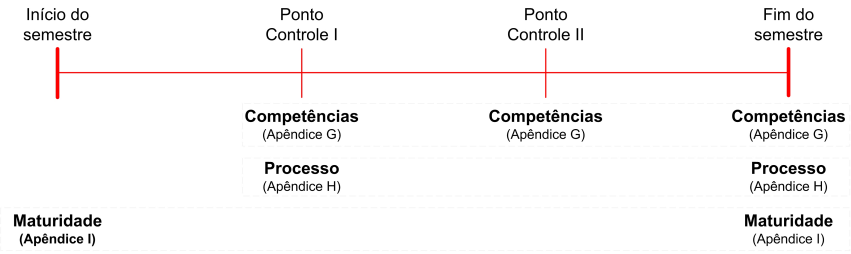


Figura 6.4: Aplicação dos Formulários ao longo de uma Intervenção (semestre).

O formulário (Avaliação da Maturidade do Estudante), no Apêndice I, é aplicado no início do semestre e no fim, uma vez que é esperado que o próprio estudante faça uma autoavaliação, afim de verificarmos se houve ou não uma evolução na maturidade pessoal e profissional a partir da experiência vivida na metodologia proposta.

O formulário (Avaliação das Competências Transversais nas Equipes de Trabalho), no Apêndice G, é aplicado nos dois Pontos de Controle e na Apresentação Final, pois espera-se, por meio da utilização da autoavaliação e da técnica de avaliação por pares, que os estudantes possam sinalizar a evolução ou não da maturidade (pessoal e profissional) própria e dos membros de sua equipe de trabalho.

O formulário (Avaliação do Processo Educacional), no Apêndice H, é aplicado no primeiro Ponto de Controle e na Apresentação Final, porque os estudantes podem sinalizar, no primeiro ponto de controle, a impressão deles em relação a metodologia utilizada para a implementação da AOPj, bem como na Apresentação Final, mostrando se houve ou não alguma evolução com a vivência na metodologia proposta.

Os professores (observadores) que participaram das apresentações nos Pontos de Controle e na Apresentação Final avaliaram os estudantes, utilizando o formulário (Avaliação das Competências Transversais nas Equipes de Trabalho), no Apêndice G.

Essa estratégia de aplicação/repetição dos formulários, ao longo da experiência (semestre), permite que seja avaliada a evolução ou não dos itens constituintes em cada formulário. Desta forma, a seguir serão analisados esses resultados encontrados à luz da eficiência da metodologia proposta, verificando o desenvolvimento das competências transversais.

6.4 A ANÁLISE DOS DADOS

A grande maioria dos estudantes avaliou, positivamente, a metodologia de aprendizagem empregada. Essa informação pode ser confirmada, por meio de uma média aritmética, entre as notas obtidas, no formulário de Avaliação do Processo Educacional (Apêndice H), aplicado nas três intervenções: Intervenção 1 (**77%**), Intervenção 2 (**81%**) e Intervenção 3 (**94%**).

Os seguintes excertos ilustram essa avaliação positiva, em que o estudante I1-E3-2 [8], afirma

[8] I1-E3-2, é a identificação do estudante no trabalho. A máscara é Intervenção-Equipe-IdentificaçãoNaEquipe, ou seja, esse estudante, participou da Intervenção 1 (2007/2), na Equipe 3, sendo o número dois, nos arquivos de registros do pesquisador.

que: "*Embora o uso da aprendizagem por projetos seja novo na Universidade, os estudantes gostaram dessa forma de ensino, em que, podemos praticar os conceitos dados em sala de aula*". O estudante I3-E1-4, diz que: "*Essa forma de ensinar e aprender aplicou-se bem ao nosso curso, tornando o aprendizado mais interessante. Como temos poucas oportunidades de estágios na nossa região, essa metodologia possibilita para nós o ensaio do que encontraremos nos próximos anos, quando sairmos da Universidade*".

Os professores (observadores), também avaliaram de forma positiva a aplicação da metodologia. O professor F, salienta que: "*Eu acho que este tipo de estratégia de ensino/aprendizagem pode contribuir sim para a melhoria do ensino de engenharia*". Este relato é congruente com o pensamento do professor G, que diz: "*[...] embora eu tenha participado diretamente apenas nos eventos de controle [PC1, PC2 e AF], percebo que a evolução na maturidade dos estudantes é substancial e extremamente satisfatória*".

Por parte dos cinco professores, responsáveis pelas disciplinas envolvidas, em vários momentos, em conversas informais, de forma unânime, confirmam que, de maneira geral, a metodologia proposta, neste trabalho, possibilita o desenvolvimento das competências transversais naqueles estudantes que se envolvem na experiência. Entretanto, por tratarmos de um grande número de estudantes, ressalta-se, naturalmente, aqueles estudantes que demonstraram uma grande evolução, dificultando a avaliação de forma individual quanto ao ganho que cada estudante obtem ao longo do semestre.

O Professor C afirma que: "*Ao meu ver a metodologia proposta contribui para o desenvolvimento das competências transversais. Tenho observado, principalmente, melhorias quanto ao desempenho oral da maioria dos alunos, ao longo do semestre, e quanto ao desenvolvimento do trabalho em equipe*". Já o Professor E relata que: "*Acredito que a estratégia de ensino/aprendizagem orientada por projeto pode contribuir bastante para a melhoria do ensino de engenharia. Para tanto, devem ser bem escolhidos e identificados temas cujo desenvolvimento exija dos participantes as competências buscadas pela proposta*".

Este alto nível de satisfação de estudantes e professores está de acordo com a literatura e é, segundo Albanese e Mitchell (1993) - [2], por si só um forte argumento a favor da aprendizagem por projetos, já que pode promover nos estudantes a apreciação pelo estudo e pela pesquisa, favorecendo a aprendizagem por toda a vida.

6.4.1 Aprendizagem por Projeto: cultura incipiente e desempenho

Aparentemente, no início do semestre, sempre há uma sensação de insegurança por parte dos estudantes, relacionada ao fato de nunca terem realizado um trabalho de similar natureza. A percepção a respeito das dúvidas que cercaram o início da experiência foi identificada pelo Professor B: "*[...] achei os estudantes muito interessados, porém como ainda não é uma prática rotineira, achei alguns estudantes inseguros [...]*". Esta situação dá conta da pouca disseminação do uso da aprendizagem por projetos na cultura educacional da Engenharia.

Na verdade, a experiência de aprendizagem por projetos para os estudantes era uma novidade, causando alguma insegurança inicial, que pode ser identificada em um trecho das observações pessoais, como relata o estudante I2-E1-3: "*Por ser a primeira vez que participo de uma atividade desta maneira, estava muito receoso quanto ao proveito do conteúdo. Porém, com as atividades concluídas, sinto que as dúvidas que eu tinha com relação ao funcionamento da metodologia foram sanadas. Os pontos de controle foram bastantes proveitosos, e digamos, mais proveitosos que talvez as avaliações convencionais, em que você só recebe uma nota pelo que fez e nada mais*".

A insegurança inicial dos estudantes, como se vê, foi um contexto real, considerado, em termos de análise da experiência, como fruto da situação em si, da aprendizagem por projetos, que não faz parte, por enquanto, da formação habitual dos engenheiros. Entretanto, não se percebeu que essa insegurança fosse um impedimento, ou sequer um elemento de *desmotivação* para o envolvimento com a atividade proposta. Pelo contrário, a participação dos estudantes, na experiência como um todo, indicou uma boa motivação para o desafio, fortalecida pelo fato que havia um contexto de trabalho estruturado, fundamentado em uma idéia clara, com objetivos explicitados, apoiado sobre uma metodologia consistente e atraente.

Em relação ao desempenho, baseado nas menções finais recebidas pelas equipes de trabalho, das 26 (vinte e seis) equipes participantes, nas três intervenções, apenas 1 (uma) reprovou, 6 (seis) ficaram próximas da nota máxima e 19 (dezenove) ficaram acima da mediana de aprovação. A Tabela 6.2, apresenta as menções em maiores detalhes.

Especificamente, a equipe de trabalho (E5) reprovada, participou na primeira intervenção. Esta equipe sofreu algumas perdas devido alguns estudantes, da disciplina, do oitavo semestre, abandonarem a experiência (passaram em um concurso federal), um outro estudante pedir demissão e uma demissão de um estudante, pela própria equipe, devido a pouca dedicação às tarefas e falta de compromisso. Além disso, por fim, os quatro integrantes que

Tabela 6.2: Resumo das Menções das Equipes de Trabalho Participantes.

MENÇÃO	Qtde EQUIPES	PERCENTUAL
>= 9,0	6	23,08
7,0 <= x <= 8,9	14	53,85
5,0 <= x <= 6,9	5	19,23
<= 4,9	1	3,84
Total	**26**	**100**%

restaram, cursavam o quarto semestre do curso, fator que limitou a solução apresentada a aspectos superficiais do projeto e da aplicação, apresentando um resultado pouco proveitoso.

Como visto anteriormente, a ampla aprovação (**96,16**%), mostra e resgata um pouco da reflexão realizada no referencial teórico (capítulo 2) que avaliou as necessidades do ensino de engenharia, sobre a importância de desenvolver/experimentar modelos pedagógicos que possam dar conta da agregação de tecnologia, flexibilização das possibilidades de relação entre o professor e os estudantes e entre os estudantes e o material de pesquisa, *sem perder de vista a necessidade de acesso a conteúdos externos, complexos e fortemente estruturados*.

Os bons resultados obtidos nas três intervenções corroboram a suposição de que a experimentação de uma metodologia que respeite as necessidades dessa área do conhecimento, por meio de modelos flexíveis que integrem estratégias pedagógicas claras, objetivas e relacionadas à prática profissional, aparentemente não representam nenhum detrimento do aprendizado necessário de conteúdos de qualquer nível de complexidade.

6.4.2 Aprendizagem por Projeto: autoaprendizado (tomada de consciência)

Esta experiência, além de ter permitido a experimentação da metodologia proposta, pode-se considerá-la como um indicador de tomada de consciência dos estudantes sobre o seu processo de aprendizado, confirmado pelas enquetes realizadas, sempre ao final das intervenções, em que duas questões foram colocadas aos estudantes: a) *Qual a contribuição desta experiência para sua própria capacidade de aprendizado autônomo?*; b) *Qual a percepção do seu próprio aprendizado na experiência?*.

As respostas para essas duas questões mostram que a aprendizagem por projetos, desenvolve no estudante a capacidade de buscar outros conteúdos além das fronteiras da sala de aula convencional, bem como as atividades práticas realizadas (projetos reais) desenvolvem a

percepção do desenvolvimento técnico/não técnico nos estudantes. A Tabela 6.3, apresenta um resumo, com o resultado das enquetes, em percentual (%), em que as opções de respostas, em ambos os questionamentos, variavam em uma escala de 1 (não contribuiu/muito ruim) a 5 (contribuiu muito/muito boa).

Tabela 6.3: Resultado das Enquetes das Duas Questões (em %).

INTERVENÇÃO	QUESTÃO	| 1 |	| 2 |	| 3 |	| 4 |	| 5 |	TOTAL
1 (2007/2)	a	0	11	9	24	56	100%
	b	2	5	3	56	34	100%
2 (2008/1)	a	1	7	13	34	45	100%
	b	0	6	23	45	26	100%
3 (2008/2)	a	0	4	16	23	57	100%
	b	0	0	10	39	51	100%

De acordo com os números apresentados, pela Tabela 6.3, percebe-se que nas três intervenções e nas duas questões, houve uma concentração positiva nas respostas dadas pelos estudantes, sendo a maioria absoluta nos itens 4 (contribuiu/boa) e 5 (contribuiu muito/muito boa), respectivamente. Esse resultado concorda com a meta-análise apresentada por Pouzada (2000) [88], que sugere "*[...] a AOPj proporciona um efeito robusto e positivo nas habilidades dos estudantes que têm contato com essa estratégia de ensino/aprendizagem*" e consolida com Becker (1993) - [8] que diz: "*Um estudante que é desafiado a mostrar o que sabe, ao fazê-lo, (re)constrói o que ele sabe - transforma, pois, seu quadro conceitual*".

A Figura 6.5, mostra uma média aritmética, entre as questões (a e b), nas três intervenções realizadas, evidenciando a aceitabilidade dos estudantes, quanto a contribuição e a percepção no desenvolvimento do aprendizado autônomo, em que se trabalha as questões práticas e reais traduzidas nos projetos.

Alguns trechos de comentários realizados pelos estudantes nas avaliações, confirmam o que os números dizem, exemplificando a tomada de consciência dos estudantes, acerca das próprias dificuldades, conforme o estudante I3-E7-2: "*talvez aprender como dimensionar leve mais tempo do que dimensionar*". O estudante I2-E8-6 salienta: "*[...] mas o projeto é um processo que quanto mais se evolui, mais dúvidas surgem, até porque diferentes soluções são viáveis (algumas nem tanto)[...]*".

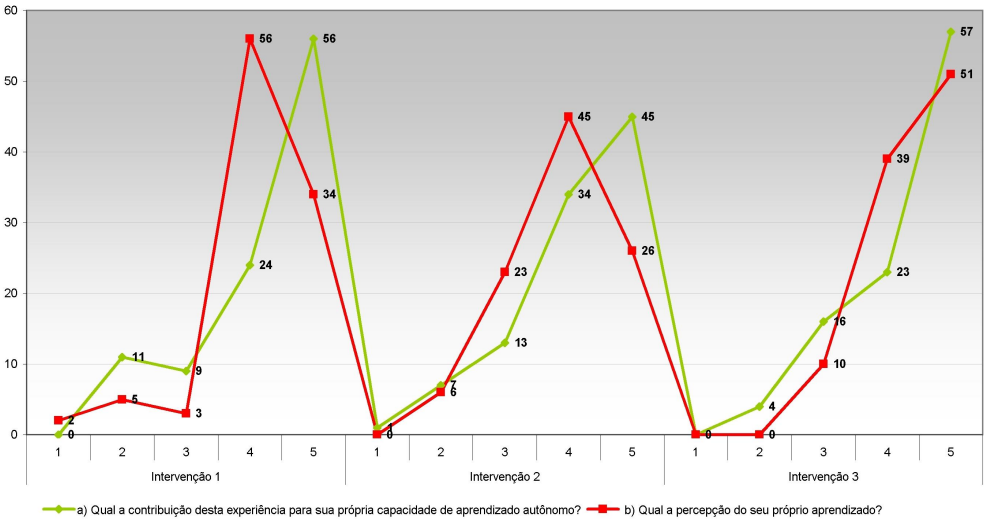


Figura 6.5: Média das Questões nas Intervenções - Concentração nos Itens 4 e 5.

6.4.3 Maturidade Pessoal e Profissional dos Estudantes

De acordo com Souza (2002), os estudantes podem aprender de várias formas e com diferentes graus de envolvimento e participação, e não somente em um ambiente formal de uma sala de aula, mas também baseado na tecnologia da aprendizagem que estão inseridos. Com o apoio e reforço de outras ferramentas práticas e diante de uma situação concreta de trabalho, onde ver-se-iam obrigados a uma tomada de decisão, que poderia impactar os resultados organizacionais, levam os estudantes a desenvolverem outras habilidades que provavelmente não as desenvolveriam em um contexto de ensino como o tradicional [97].

Para Berbel (1998), a maturidade profissional é a forma de condução dos aspectos relativos ao trabalho, como postura, posicionamentos, interação com as pessoas etc. Esses aspectos, a cada dia se tornam mais relevantes às pessoas que almejam o ingresso e desenvolvimento em um ambiente corporativo [9]. Assim, nesta experiência, por meio da simulação de um ambiente "profissional", pretende-se, que os estudantes aprendam a buscar e selecionar as informações, tornando-se sujeitos, por meio da identificação de problemas e na proposição de soluções em um contexto amplo e interdisciplinar da aprendizagem na engenharia.

Ao fim de uma experiência dessa natureza, pode-se dizer, que estando os estudantes motivados, independente dos resultados conseguidos com os relatórios finais ou protótipos apresentados, somente a participação nesta experiência, eles conseguem amadurecer e evoluir nas competências transversais. O Professor E, diz que: "*O amadurecimento dos participantes na experiência me parece muito claro, seja pelo bom desempenho alcançado pela equipe, ou mesmo no caso de trabalhos que obtiveram resultados pouco expressivos. Uma boa análise*

dos motivos do mal desempenho nesses trabalhos pode trazer ainda mais crescimento para a equipe".

Alguns estudantes concordam, que a experiência possibilitou o amadurecimento e o conhecimento de diversas questões ligadas ao mercado de trabalho e também como pessoa. Como salienta o estudante I3-E4-1: "*[...] me tornei uma pessoa mais confiante depois da condução que consegui desenvolver junto à minha equipe de trabalho, pois em alguns momentos eu pensei que o nosso grupo não conseguiria chegar até o fim do semestre, mas eu consegui conduzir as conversas e sempre tentando mostrar o lado positivo da experiência, conseguimos construir um protótipo bastante interessante*". Já o estudante I3-E6-1 diz: "*Eu nem conhecia esse meu lado de gerente de projetos, mas na experiência eu consegui perceber que eu tenho habilidade para isso. Vejo outras possibilidades para a minha colocação no mercado de trabalho, e não somente concursos públicos*".

Os dados ressaltados nas pesquisas de evolução ou não da maturidade, utilizando o formulário Evolução da Maturidade do Estudante (Apêndice I), comprovam que a aprendizagem por projetos permite que os estudantes se conheçam melhor, conheçam aos outros e se desenvolvam nas habilidades não-técnicas. O formulário é aplicado aos estudantes no início e no fim do semestre, possibilitando a partir de uma análise qualitativa, a verificação da ocorrência ou não, e, em que grau (%), da evolução da maturidade dos estudantes.

A Tabela 6.4, apresenta um resumo com o resultado médio encontrado nas intervenções.

Tabela 6.4: Resumo do Resultado Médio das Pesquisas de Evolução da Maturidade.

PERCENTUAL (%) ESTUDANTES	**PERCENTUAL (%) ITENS EVOLUÍDOS**
10	> 50
6	40 < x <= 50
70	30 <= x <= 40
14	< 30
100%	-

As informações mostradas na Tabela 6.4, dizem que: a) 10% dos estudantes conseguiram evoluir em mais de 50% dos itens avaliados; b) 6% dos estudantes conseguiram evoluir entre 40 e 50% dos itens avaliados; 70% dos estudantes conseguiram evoluir entre 30 e 40% dos itens avaliados, considerando que o formulário de pesquisa continha 35 (trinta e cinco) itens, pode-se dizer que o resultado é extremamente satisfatório.

Como confirma o Professor B: "*Esse formulário é de extrema importância por conseguir captar as informações dos estudantes de uma maneira diferenciada. Eles não estão acostumados com essas perguntas de cunho pessoal. E com um percentual de evolução, na ordem média de 40%, mostra que eles [estudantes], realmente conseguiram entender o espírito da aprendizagem por projetos e aproveitaram a oportunidade para se desenvolverem e se conhecerem melhor*".

A Tabela 6.5, apresenta os 6 (seis) itens que os estudantes mais evoluíram e seus respectivos percentuais (%) de indicação, entre uma pesquisa e outra, lembrando que os formulários são aplicados no início e repetidos no fim do semestre, onde calculou-se o percentual de evolução média no período.

Tabela 6.5: Os Itens que os Estudantes Mais Evoluíram - na Média.

ITENS	**EVOLUÇÃO**
12. Eu estou confiante que poderia lidar, eficientemente, com acontecimentos inesperados.	58%
10. É fácil para mim, agarrar-me às minhas intenções e atingir os meus objetivos.	55%
15. Há inúmeras oportunidades me esperando.	
02. Eu consigo controlar os meus pensamentos de me distrair da tarefa em que estou envolvido.	45%
11. O comportamento das outras pessoas limita minha eficiência.	
04. Se necessário, eu consigo concentrar em uma atividade por um longo tempo.	39%

As informações mostradas na Tabela 6.5, indicam por meio dos três primeiros itens (12, 10 e 15), que os estudantes conseguiram desenvolver, na grande maioria dos casos, a autoconfiança. Para muitos autores, a autoconfiança é o esteio do sucesso profissional, pois sem ela, grande parte das pessoas não consegue atingir seus objetivos, sentido-se inseguras frente as tomadas de decisões, possuem medo de falhar, medo da rejeição ou simplesmente acham-se incapazes de realizar suas atividades.

Os itens (02 e 04), mostram que os estudantes evoluíram em relação à capacidade de concentração, o que é extremamente importante, dado que a concentração é essencial, quando os estudantes estão inseridos em um programa de aprendizagem do tipo exposição/palestra, bem como aos profissionais no desenvolvimento das atividades no mercado de trabalho.

O item 11, aponta que os estudantes desenvolveram, de certa forma, a capacidade de trabalhar em atividades colaborativas, pois conseguir lidar com esses desvios de comportamento demonstram maturidade. Em uma equipe de trabalho, eventualmente, algum membro está se comportando mal, os demais não podem se "contaminar". As atividades/produtos precisam

ser realizadas/entregues, e estarem acima dessas questões pontuais, ou seja, não é porque algum membro está incomodando, que o estudante/profissional deixará de realizar suas atribuições de forma eficiente.

A Tabela 6.6, apresenta os 7 (sete) itens que os estudantes menos evoluíram e seus respectivos percentuais (%) de indicação, entre uma pesquisa e outra, lembrando que os formulários são aplicados no início e repetidos no fim do semestre, onde calculou-se o percentual de evolução média no período.

Tabela 6.6: Os Itens que os Estudantes Menos Evoluíram - na Média.

ITENS	**EVOLUÇÃO**
03. Sinto-me responsável por fazer as coisas acontecerem.	21%
28. Posso manter-me calmo ao enfrentar dificuldades, pois confio em minhas capacidades.	
22. Eu posso resolver a maioria de problemas se eu investir o esforço necessário.	18%
23. Se uma atividade requer uma atitude orientada para o problema, eu consigo controlar os meus sentimentos.	
24. Posso escolher minhas próprias ações.	
32. Se eu estiver com problemas, geralmente consigo pensar em algo para fazer.	
29. Sinto-me responsável pela minha própria vida.	9%

As informações mostradas na Tabela 6.6, indicam por meio dos itens (03, 28, 22, 23, 24 e 32), que os estudantes, no contexto da pesquisa, são conhecedores de que eles próprios é que vão fazer a diferença em seus processos de aprendizagem, bem como entendem que se houver dedicação os resultados aparecerão e os problemas serão resolvidos.

O item que menos evoluiu (29), mostra quanto cada estudante já percebe a necessidade em assumir o papel principal, em seu desenvolvimento pessoal e profissional, demonstrando que o que realmente falta é, exatamente, oportunidades (experiências de ensino/aprendizagem) para que eles se desenvolvam e consigam ser profissionais de sucesso, seja na academia ou no mercado de trabalho.

6.4.4 Competências Transversais - Avaliação Quantitativa - Estudantes

Atualmente o exercício profissional, tanto na academia quanto no mercado de trabalho, que são submetidos os egressos de engenharia, tem demandado uma formação múltipla, com interseção entre saberes (competências e habilidades) e atitudes, construídos a partir de experiências diversas, que passam a ser, cada vez mais, objeto de valorização na formação universitária.

Para Longo e Telles (1998), a melhor maneira de se gerar uma competência é expor o estudante às atividades contextualizadas que a exigem - de forma gradativa e organizada - percebendo a relevância das metodologias de aprendizagem, que imergem os estudantes, em um ambiente gerador de inovações e na promoção do seu contato direto com o mundo externo às universidades.

Desta forma, no intuito de comprovar a evolução nas competências transversais, aplicou-se o questionário de pesquisa - Avaliação das Competências Transversais nas Equipes de Trabalho - (Apêndice G), no Ponto de Controle 1 (PC1), Ponto de Controle (PC2) e na Apresentação Final (AF) em cada um dos semestres (experiência). Espera-se, por meio da utilização da autoavaliação e da técnica de avaliação por pares, que os estudantes possam sinalizar a evolução ou não da maturidade (pessoal e profissional) própria e dos membros de sua equipe de trabalho.

Conforme pode ser visto no Apêndice G, buscou-se verificar, 5 (cinco) competências transversais: Liderança de Equipe; Gerência de Equipe; Comunicação em Geral; Áreas Correlatas; e Espírito Empreendedor. Para cada uma das competências transversais 3 (três) subitens foram identificados, no intuito de caracterizar o que, realmente, busca-se avaliar em determinada competência transversal. Ao final, em cada formulário de pesquisa, os estudantes avaliavam 15 (quinze) itens, realizando a autoavaliação, bem como de seus respectivos pares (membros de equipe).

A partir da coleta dos dados, calculou-se uma média aritmética, considerando os apontamentos dos estudantes, na menção 5 (sempre), em cada intervenção. Uma vez que, existe uma evolução numérica, no número de apontamentos no item 5 (sempre), em determinada competência, conclui-se que, essa competência passou por uma maturação (evolução) ao longo do semestre.

Por exemplo, a competência de Gerência de Equipe (2.1 - Demonstra coesão nas ações tomadas), em PC1 recebeu 11 (onze) apontamentos no item 5 (sempre), em PC2 recebeu 27 (vinte e sete) e em AF recebeu 61 (sessenta e um), então essa competência evoluiu, sob a ótica dos estudantes, demonstrando que, os membros das equipes e as equipes de trabalho, na média, percebiam estarem mais coesas (os), conforme as atividades (semestre) seriam realizadas.

A Figura 6.6, apresenta graficamente a evolução média existente, de forma decimal, entre os 15 (quinze) itens avaliados, nas 5 (cinco) competências transversais, a partir do Ponto de Controle 1, passando pelo Ponto de Controle 2 e finalizando na Apresentação Final.

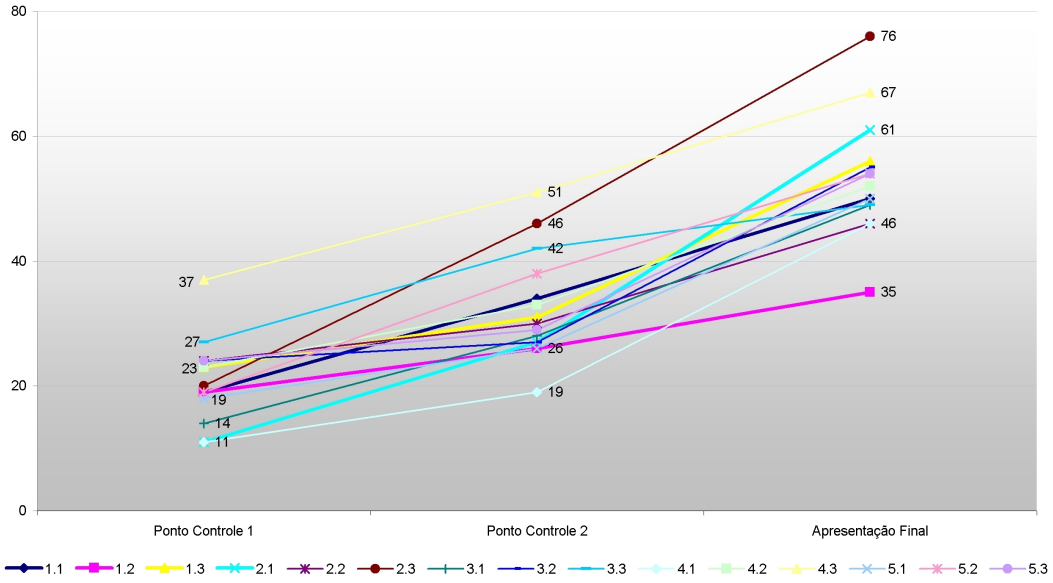


Figura 6.6: Evolução Média nas Competências Transversais (Estudantes).

A Tabela 6.7, mostra a evolução média existente, de forma decimal e porcentagem (%), entre os 15 (quinze) itens avaliados, nas 5 (cinco) competências transversais, iniciando no PC1, passando por PC2 e chegando na AF.

Tabela 6.7: Evolução Média nas Competências Transversais (Estudantes).

COMPETÊNCIAS	TRANSVERSAIS	PC1	EVOLUÇÃO	PC2	EVOLUÇÃO	AF
1. Liderança de Equipe	1.1 Facilita a resolução de problemas	**19**	79%	**34**	47%	**50**
	1.2 Motiva os estudantes ao projeto	**19**	37%	**26**	35%	**35**
	1.3 Influencia os membros da equipe	**23**	35%	**31**	81%	**56**
2. Gerência de Equipe	2.1 Demonstra coesão nas ações tomadas	**11**	145%	**27**	126%	**61**
	2.2 Conduz as atividades eficazmente	**24**	25%	**30**	53%	**46**
	2.3 Consegue resultados positivos	**20**	130%	**46**	65%	**76**
3. Comunicação em Geral	3.1 Posiciona corretamente à frente	**14**	100%	**28**	75%	**49**
	3.2 Coloca as palavras adequadamente	**24**	13%	**27**	104%	**55**
	3.3 Apresenta conteúdo satisfatório	**27**	56%	**42**	17%	**49**
4. Áreas Correlatas	4.1 Conhece de administração geral	**11**	73%	**19**	142%	**46**
	4.2 Considera os aspectos não técnicos	**23**	43%	**33**	58%	**52**
	4.3 Preocupa com o meio ambiente	**37**	38%	**51**	31%	**67**
5. Espírito Empreendedor	5.1 Pesquisa por novas possibilidades	**18**	44%	**26**	92%	**50**
	5.2 Disposto a sacrifícios pessoais	**19**	100%	**38**	42%	**54**
	5.3 Demonstra autoconfiança sempre	**24**	21%	**29**	86%	**54**

De acordo com a Figura 6.6 e Tabela 6.7 (ambas anteriores), sob a ótica dos estudantes, comprova-se, quantitativamente, que os estudantes participantes de uma experiência dessa natureza, desenvolve de forma satisfatória as competências transversais (liderança de equipes, gerência de equipes, comunicação em geral, áreas correlatas e espírito empreendedor), evidenciada por meio dos números (apontamentos) coletados e analisados à luz da literatura relacionada.

Além de dados numéricos, outras formas de coleta da percepção dos estudantes, foram realizadas, como entrevistas, avaliações anônimas em meio eletrônico, utilizando o moodle. Em uma das avaliações realizadas, consistiu em questionar os estudantes, no final do semestre, sobre o seguinte: "*Como você vê a Aprendizagem Orientada por Projetos?*".

Dentre as 3 (três) alternativas disponíveis, a maioria dos estudantes (**90**%) respondeu que é "*importante para a formação do engenheiro*", e os demais (**10**%) responderam que acham "*importante para a formação do engenheiro, mas não gostariam de participar*". Nenhum estudante escolheu a alternativa "*a atividade é trabalhosa e sem importância*".

6.4.5 Competências Transversais - Avaliação Quantitativa - Professores

À semelhança dos estudantes, a AOPj teve uma avaliação positiva dos Professores (participantes e observadores). Como salienta o Professor C: "*Experiências que envolvem a solução de problemas e para isso exigem investigação, análise, planejamento, questionamentos, troca de informações, escolhas, síntese,... contribuem de forma eficaz para o aprendizado e amadurecimento em qualquer campo. Esta metodologia abrange tudo isso*". Essa apreciação positiva concorda com pesquisas (Albanese e Mitchell (1993) - [2]), sobre este método, as quais "sugerem claramente que os docentes consideram a AOPj uma maneira satisfatória de ensino".

A boa recepção à AOPj da parte dos Professores foi, entre outros motivos, porque seus princípios e atividades respondiam às suas concepções sobre os objetivos do ensino superior, a função da universidade e da docência universitária. Para "traduzir em números" (avaliação quantitativa) essa boa impressão dos Professores, a Tabela 6.8 apresenta os dados fornecidos pelos Professores Observadores (F e G), que participaram na terceira Intervenção (2008/2), de posse do questionário de pesquisa - Avaliação das Competências Transversais nas Equipes de Trabalho - (Apêndice G), nos três eventos (Ponto de Controle 1, Ponto de Controle 2 e na Apresentação Final).

Tabela 6.8: Evolução Média nas Competências Transversais (Professores Observadores).

COMPETÊNCIAS	TRANSVERSAIS	PC1	EVOLUÇÃO	PC2	EVOLUÇÃO	AF
1. Liderança de Equipe	1.1 Facilita a resolução de problemas	**7**	229%	**23**	91%	**44**
	1.2 Motiva os estudantes ao projeto	**11**	36%	**15**	107%	**31**
	1.3 Influencia os membros da equipe	**19**	-37%	**12**	300%	**48**
2. Gerência de Equipe	2.1 Demonstra coesão nas ações tomadas	**5**	80%	**9**	300%	**36**
	2.2 Conduz as atividades eficazmente	**12**	-25%	**9**	356%	**41**
	2.3 Consegue resultados positivos	**3**	300%	**12**	142%	**29**
3. Comunicação em Geral	3.1 Posiciona corretamente à frente	**8**	188%	**23**	22%	**28**
	3.2 Coloca as palavras adequadamente	**12**	33%	**16**	31%	**21**
	3.3 Apresenta conteúdo satisfatório	**20**	70%	**34**	35%	**46**
4. Áreas Correlatas	4.1 Conhece de administração geral	**2**	950%	**21**	38%	**29**
	4.2 Considera os aspectos não técnicos	**9**	33%	**12**	325%	**51**
	4.3 Preocupa com o meio ambiente	**23**	26%	**29**	21%	**35**
5. Espírito Empreendedor	5.1 Pesquisa por novas possibilidades	**22**	0%	**22**	55%	**34**
	5.2 Disposto a sacrifícios pessoais	**9**	22%	**11**	27%	**14**
	5.3 Demonstra autoconfiança sempre	**1**	600%	**7**	229%	**23**

O envolvimento de pessoas externas à experiência (Professores Observadores) teve como objetivo enriquecer os resultados, captando a percepção e avaliação de externos à experiência.

6.4.6 Caminhos para Superar as Dificuldades

Na percepção dos estudantes participantes, algumas correções e ajustes devem ser realizados, em experimentações futuras, como descreve o estudante I2-E10-8: "*A participação dos professores poderia ser um pouco mais próxima, pois os estudantes ainda não se sentem à vontade em algumas decisões*". O estudante I3-E1-4, ressalta: "*A Universidade poderia oferecer uma estrutura um pouco melhor, como: salas específicas, computadores e material de escritório, devido, muitas vezes, termos que improvisar muito na realização das atividades*".

Outros aspectos da metodologia tiveram avaliações contraditórias. Por exemplo, apesar de a maioria dos estudantes ter atribuído a capacidade de motivar a apredizagem, devido às aplicações práticas e reais, alguns estudantes também relataram como desvantagem da AOPj o fato de depender demais da motivação dos estudantes, como diz o estudante I1-E4-7: "*[...] depende muito da vontade do estudante de buscar o conhecimento, fazendo com que todos estejam motivados para que os resultados sejam positivos*".

Alguns estudantes sentem que necessitam de mais tempo na grade curricular e ajuda de alguém com mais vivência em projetos para gerenciarem plenamente as atividades, como relata o estudante I1-E3-2: "*Poderia se criar um sistema de créditos, como uma disciplina de Projetos Integradores (PI), na grade curricular, pois este semestre, em vários momentos nos sentimos sobrecarregados, contribuindo para o estresse dos grupos de trabalho*".

Segundo Ribeiro (2005), diferentemente do que acontece no ensino convencional, ao qual os estudantes podem permanecer alheios ou a ele se dedicarem apenas às vésperas das provas, a AOPj demanda motivação e dedicação constante dos estudantes. Uma desvantagem semelhante, é a pressão por participação sobre estudantes mais tímidos. A esse despeito é importante ressaltar que o bem-estar dos estudantes devem ser sempre respeitados quando da adoção da AOPj [92].

Portanto, ainda que alguns estudantes estejam mais talhados para o estudo individual ou se sintam desconfortáveis apresentando seus trabalhos oralmente a uma platéia de colegas, eles deveriam estar cientes de que as atividades da AOPj não foram concebidas só para melhorar a aprendizagem, mas também para favorecer habilidades que lhes serão úteis em suas carreiras. Isso valeria tanto para os futuros engenheiros quanto para os futuros professores universitários e/ou pesquisadores, haja vista as atividades docentes e as dinâmicas de divulgação de resultados de pesquisas utilizadas em congressos, simpósios etc.

Outro importante aspecto que deve ser ressaltado, e que, em geral, inviabiliza a popularização de metodologias inovadoras é a percepção e o esforço depreendido pela equipe de professores, diretamente envolvidos na coordenação e execução de uma experiência desta natureza. Neste trabalho, buscou-se, desde o início, que os professores atuassem como consultores, colaborando com os aspectos técnicos e teóricos necessários para o projeto somente sob demanda de cada equipe de trabalho. Como resultado, durante toda a atividade, as equipes trabalharam de forma autônoma, demonstrando e desenvolvendo maturidade e capacidade de tomar decisões, fazendo com que a equipe de professores atuasse de forma pontual, não sendo necessária a atuação de professores dedicados exclusivamente às equipes de trabalho.

Em razão disso, em entrevista, os professores envolvidos consideraram que a metodologia não exige, de fato, esforços maiores que aqueles despendidos em disciplinas tradicionais, como relata o Professor A: "*Diante do fato de assumirmos o compromisso de participarmos, diretamente, apenas nos Pontos de Controle e Apresentação Final, eu me senti, extremamente, confortável, pois já que esperamos desenvolver algo além do convencional, isso é o mínimo que poderíamos contribuir*". Este é um resultado importante e deve ser avaliado em

mais repetições da metodologia, uma vez que, nesta atividade, participaram diretamente 7 (sete) professores.

Entretanto, em alguns momentos os professores, concordam em diversos pontos com os estudantes. Por exemplo, no que concerne à sobrecarga de atividades, ausência de um apoio (infra-estrutura) mais completa etc., e isso pode ser um fator importante para o sucesso da implementação. Alguns autores advogam que uma avaliação positiva da parte dos docentes favoreceria o sucesso de uma mudança educacional, já que esta deveria ser "construída e sustentada de tal forma que faça com que a parte intelectual e emocional do trabalho docente e discente seja divertida, ao contrário de ser cansativa e exaustiva".

Para Duch (1995), a Aprendizagem Orientada por Projetos ou outros métodos similares, devem ser experimentados progressivamente e as correções poderão ser realizadas, ao longo de sucessivas experiências, buscando aumentar a eficiência na agregação ao ensino de graduação e na aquisição de conhecimentos relacionados às competências transversais [29].

De acordo com Felder (2006), ajustes e melhorias sempre serão necessárias em uma implementação da Aprendizagem Orientada por Projetos. Entretanto, vários resultados positivos podem ser identificados, tais como: desenvolvimento das habilidades de predição e planejamento; articulação entre teoria e prática; capacidade de trabalhar em equipe; percepção da necessidade em se preparar para a atuação profissional (academia ou mercado de trabalho); comunicação (oral, escrita e pública); resolução de conflitos e trabalhar com perfis de conhecimentos distintos [51].

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi orientado à aprendizagem na engenharia, estruturando uma metodologia (princípios, procedimentos, ferramentas e documentos de modelo) para orientação e acompanhamento da adoção da Aprendizagem por Projetos, como meio de desenvolvimento das competências transversais, calcado em pesquisas bibliográficas e intervenções (experimentações) práticas, que concentra as ações envolvidas na operacionalização (preparação e execução) da aprendizagem baseada no método de desenvolvimento por projetos.

A metodologia proposta busca contribuir de forma única ao ensino de engenharia, no que concerne a comprovação de sua efetiva viabilidade, como meio para o desenvolvimento das competências transversais (habilidades não-técnicas), formando indivíduos autônomos, criativos e críticos, que visem à transformação educacional, profissional e social dos estudantes de engenharia.

7.1 CONCLUSÕES

Ao finalizar este trabalho, é fundamental entender que a Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj) não é uma "receita" que irá resolver todos os problemas do ensino de engenharia, uma vez que a educação é uma atividade humana, demasiadamente, complexa, dinâmica, dialógica e fugidia que nunca comportará uma abordagem única "talhada em pedra", e a AOPj, por sua vez, não é um modelo fixo e acabado, abrangendo muitas variantes e adaptações.

Além disso, qualquer avaliação sobre a implementação em questão deve considerar o formato utilizado e as características do contexto em que aconteceu, ainda que muitos aspectos percebidos, pelos Estudantes e Professores, estejam em conformidade com aqueles relatados pela literatura, os pontos positivos e negativos levantados pela pesquisa, devem ser analisados à luz da singularidade desta experiência.

Em relação à proposta desta tese, em apresentar uma metodologia para a aprendizagem em engenharia, em nenhum momento se entendeu que o ensino/aprendizagem poderia ser reduzido a um fazer técnico e tampouco que os professores seriam igualados à um executor de pacotes, pelo contrário, entende-se, claramente, que o ensino/aprendizagem em engenharia é

uma prática altamente complexa, permeada por dilemas para os quais não existem respostas prontas.

Quanto aos objetivos (geral e específicos), os quais foram desenvolvidos a partir das hipóteses levantadas, definidos para este trabalho, considera-se que, foram atendidos, plenamente, seja por meio da pesquisa bibliográfica, em que se buscou identificar a atual situação do ensino em engenharia e suas necessidades pujantes; da identificação de uma estratégia pedagógica (processo) para o norteamento das atividades relacionadas ao atendimento das necessidades de formação dos engenheiros contemporâneos; da consideração dos aspectos institucionais e culturais que permeiam a adoção de um método de instrução dessa natureza; e por último da coleta e análise dos dados relativos às 3 (três) intervenções realizadas e a apresentação dos resultados.

Para construir este cenário, utilizou-se autores da área de Ensino em Engenharia, como Bazzo (2005), que diz: "*É preciso ousar e não cooptar com um ritual previamente acordado*". Buscou-se fundamentos históricos-culturais e exemplos descritos pela necessidade na prática profissional aos egressos de engenharia. Com base no referencial multidisciplinar da Aprendizagem na Engenharia, em geral, pelo seu enfoque integrador de habilidades, tanto quanto aos aspectos endógenos ao sujeito (seus próprios mecanismos de agregação e validação do conhecimento), quanto culturais (característicos da cultura, onde se estruturam as crenças e os sistemas de validação das informações), esta tese foi estruturada e desenvolvida em 3 (três) grandes partes.

Na primeira parte do trabalho (Apresentação e Capítulo 1), buscou-se identificar a problemática relacionada ao ensino, justificando a necessidade em se procurar por novas formas de se ensinar e aprender nas escolas de engenharia, apresentando uma retórica sobre a arte da docência, resultados de pesquisas e fontes na literatura que motivaram a realização desta pesquisa e sua perspectiva de contribuição ao desenvolvimento do ensino universitário.

Na segunda parte do trabalho (Capítulos 2, 3 e 4), procurou-se identificar as necessidades relacionadas à formação dos engenheiros, tendo como cenário desta formação a identidade desses profissionais, enquanto indivíduos - com a discussão a respeito de seus respectivos papéis e expectativas relacionadas a cada tempo e cada espaço, em diferentes sociedades. Apresentou-se a Aprendizagem por Projetos e sua composição histórica, descrevendo como o pesquisador entendeu esse método, além de sugerir as competências transversais que seriam desenvolvidas pela adoção da metodologia proposta.

Na terceira parte do trabalho (Capítulos 5 e 6), foi descrita a metodologia proposta a partir do entendimento do pesquisador sobre a necessidade do ensino de engenharia, modelando um procedimento para a implementação da aprendizagem por projetos, entendendo que o tema principal da tese - o Ensino de Engenharia - tanto quanto foi possível identificar na pesquisa bibliográfica, ainda não havia sido tratado, diretamente, pela ótica da Aprendizagem por Projetos, razão pela qual foi necessário explorar os limites da aplicabilidade de teorias e modelos nesta área, que é por natureza, multifacetada.

As análises (resultados) da metodologia proposta, sobre as dificuldades dos estudantes, a pontencialidade da aprendizagem orientada por projetos e também da atividade didático-pedagógica de realização do projeto, em si, apresentadas no Capítulo 6 (Implementação e Análise dos Resultados), são fruto da aplicação de formulações encontradas na pesquisa bibliográfica sobre a engenharia, dos autores que embasaram o referencial teórico, bem como da observação da atividade docente, que, como já foi salientado e descrito também em capítulos anteriores, ocorreu ao longo de 3 (três) semestres (2007/2, 2008/1 e 2008/2), nas experimentações pedagógicas realizadas.

De maneira geral, observou-se que a motivação e o interesse dos estudantes aumentaram em relação à aprendizagem, uma vez que a atividade proporcionou a aplicação prática, em um ambiente simulado do exercício profissional da engenharia, de fundamentos teóricos aprendidos, tradicionalmente em sala de aula. Além disso, em relação à literatura, essa pesquisa introduziu, com sucesso, novas possibilidades na implementação da Aprendizagem Orientada por Projetos. O procedimento operacional da metodologia implementou 3 (três) atributos ainda não encontrados, em um único trabalho, em nenhuma experiência dessa natureza.

- Grande número de estudantes envolvidos nas intervenções - 65 na média.
- Envolvimento de estudantes de semestres diferentes - 4o, 5o, 7o e 8o semestres.
- Pouca interferência dos professores junto aos estudantes - atuação sob demanda.

O resultado desta pesquisa fortalece a conclusão de que os estudantes perceberam a importância da atividade para a sua formação profissional. Alguns relatos de estudantes e professores, em relação à importância da experiência, confirmam os resultados encontrados, como diz o estudante I1-E2-8: "*Este tipo de experiência possibilita lidar com dificuldades de convivência e desenvolvimento de um projeto, sendo que encontraremos com essas problemáticas em um futuro próximo*". Para confirmar essa impressão, o Professor A, relatou: "*Agora, conhecendo a fundo a Aprendizagem Orientada por Projetos, não tenho a menor*

dúvida que ela será, em pouco tempo, instrumento básico/obrigatório na composição dos currículos do ensino de engenharia".

Concluindo, este trabalho apresentou uma nova possibilidade de agregação de conhecimentos, ao ensino de engenharia, de forma que os estudantes, professores e a instituição conheçam mais das estratégias de ensino/aprendizagem existentes. A metodologia proposta mostrou-se eficaz em oferecer aos estudantes uma visão global sobre o exercício profissional, abrindo oportunidades de discussão sobre os conceitos adjacentes, além de proporcionar o desenvolvimento de comportamentos, habilidades e atitudes consideradas vitais aos profissionais de sucesso.

7.2 CONTINUIDADE DA PESQUISA

Evidentemente que este trabalho não se esgota neste momento, uma vez que diversas contribuições podem surgir, porém o conteúdo desenvolvido e sobre o qual foram feitas essas reflexões é coerente com as mais modernas concepções de ensino praticadas, pelo menos no que diz respeito ao uso de projetos como meio para a aprendizagem na engenharia.

Algumas vezes, a relação direta entre essas formulações e as interpretações feitas na avaliação são explícitas, e isso foi descrito. Em outros momentos, entretanto, a observação e a tentativa de interpretação dos resultados da experiência levaram a reflexões a respeito de pontos que não haviam sido tratados, produzindo um movimento que se considerou um autêntico aprendizado pela prática da própria construção da pesquisa, que apontou eventuais correções e/ou direções de continuidade do trabalho.

Pela ampla abrangência e pelo foco da tese na construção de um quadro geral, os diversos temas abordados, por vezes, foram tratados de forma não tão aprofundada ou partindo-se de simplificações da realidade. Destacou-se apenas aqueles pontos considerados relevantes à construção do quadro teórico pretendido para proposição da metodologia proposta.

Nesse sentido, descortina-se uma série de desenvolvimentos possíveis de serem realizados. Outras áreas, fora do escopo desta tese, mas relevantes para o pleno entendimento de alguns fenômenos, aqui tratados, de forma tênue, merecem ser aprofundados.

Enfim, sugere-se que a Metodologia Proposta seja solidificada através da sua replicação em outras Instituições de Educação, experimentando novas críticas e evolução do Ensino

de Engenharia (Metodologia Proposta), de modo a ampliar o seu alcance, repensando-a de forma contínua e recontextualizando os conceitos, suas ferramentas e práticas e investigando as relações e efeitos dos temas fronteiriços.

Publicações especificamente relacionadas aos itens que constituíram a Tese: [33]; [34].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. H. ABDULLAH. Problem-based learning in language instruction: A constructivist model. *ERIC Clearinghouse on Reading English and Communication Bloomington*, 1998. [Acesso em 10/06/2008]: http://www.ericdigests.org/1999-2/problem.htm.

[2] M. ALBANESE and S. MITCHELL. Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68:52–81, 1993.

[3] R. C. L. DOMINGUES; E. AMARAL; and A. M. B. ZEFERINO. Self and peer assessment (strategies for the professional development of the physician). *Revista Brasileira de Educação Médica*, 29:173 a 175, 2007.

[4] A. A. Arruda. Construção da aprendizagem por projetos com uso de tecnologias da informação e comunicação. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. [Acesso em 10/06/07]. http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?2656.

[5] D. P. Ausubel. *Psicologia Educacional*. 1980.

[6] H. BARROWS. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20:481–486, 1986.

[7] I. V. LINSINGEN; W. A. BAZZO; and L. T. V. PEREIRA. *Educação Tecnológica: Enfoques para o Ensino de Engenharia*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2008.

[8] F. BECKER. *A Epistemologia do Professor*. Terceira Edicão, 1993.

[9] N. A. N. BERBEL. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: Diferentes termos ou diferentes caminhos? Technical report, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 1998.

[10] E. M. BOAVENTURA. *Metodologia da Pesquisa*. Atlas, ISBN: 85-224-3697-5, 2004.

[11] J. C. PERRENET; P. A. J. BOUHUIJS; and J. G. M. M. SMITS. The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5(3):345–358, 2000.

[12] K. A. BRUFFEE. *Collaborative Learning Higher Education, Interdependence and the Authority of Knowledge*. 1999.

[13] P. M. V. M. CARVALHO. Gestão de projectos interdisciplinares em equipas de alunos. Universidade do Minho, 2007.

[14] R. MARTIN; B. MAYTHAM; J. CASE; and D. FRASER. Engineering graduates perceptions of how well they were prepared for work in industry. *European Journal of Engineering Education*, 30:167–180, 2005.

[15] CNI/SENAI/IEL. Propostas para modernização da educação em engenharia no brasil. *Programa Inova Engenharia*, 2006.

[16] BATEC (Boston Area Advanced Technological Education Connections). Information technology workforce skills study. Technical report, University of Massachusetts Boston, 2007. [Acesso em 10/10/07]. http://www.batec.org.

[17] A. LEHTOVUORI; L. R. COSTA; and M. HONKALA. Applying the problem-based learning approach to teach elementary circuit analysis. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, 50:40–51, 2007.

[18] MEC (Ministério da Educação). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Technical report, Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), 1996.

[19] MEC (Ministério da Educação). Aprendizes do futuro: as inovações começaram! Technical report, 1998.

[20] MEC (Ministério da Educação). Conselho nacional de educação. diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. *Resolução CNE/CES 11 de Março de 2002*, 1:1–12, 2002. [Acesso em 06/06/07]: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf.

[21] MEC (Ministério da Educação). REUNI (Reestruturação e Expansão das Universidades Brasileiras). Portaria nº 552 sesu/mec, de 25 de junho de 2007. *Complemento ao art. 1º §2º do Decreto Presidencial nº 6.096*, 2007. [Acesso em 10/06/08]: http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/diretrizesreuni.pdf.

[22] L. C. SCARVADA; J. A. PIMENTA-BUENO; J. A. ARANHA; T. S. COSTA; J. A. R. PARISE; M. A. M. DAVIDOVICH; and M. A. SILVEIRA. The entrepreneurial

engineer - a new paradigm for the reform of engineering education. *Proceedings of the ICEE97*, I:398–408, USA: Southern Illinois Un. at Carbondale, 1997.

[23] Revista ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia). Ensino em engenharia. In *Volume 24, número 2, pp. 18*, 2005.

[24] Instituto Ethos de Pesquisa. Definição de Tipos de Pesquisas (Quantitativas e Dissertativas). [acesso em 10/04/2007]: http://www.ethos.com.br. 2007.

[25] J. DELORS. *Educação: um tesouro a descobrir - UNESCO*. Cortez, 4ª Edição, 2000.

[26] UFABC (Universidade Federal do ABC). Projeto pedagógico. 2006. [Acesso em 10/10/08]: http://www.ufabc.edu.br.

[27] UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Projeto pedagógico. 2008. [Acesso em 10/12/08]: http://www.prograd.ufrn.br/conteudo/cursos/curso.php?id=60.

[28] M. DOUGIAMAS. Moodle: open-source software for producing internet-based courses. http://moodle.com/2001.

[29] B. J. DUCH. What is problem-based learning? *A Newsletter of the Center for Teaching Effectiveness*, 1:11–19, 1995. [Acesso em 31/05/2007]. http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html.

[30] D. J. Wood e B. Gray. Toward a comprehensive theory of collaboration. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 27:139–162, 1991. [Acesso em 31/05/2007]. http://jab.sagepub.com/cgi/content/abstract/27/2/139.

[31] E. L. SILVA e E. M. MENEZES. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação, 3a edição revisada e atualizada. Technical report, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

[32] D. M. TIMÓTEO e F. V. BRASILEIRO. A formação e a prática do profissional de programação: Discussão de estratégias para a aprendizagem. 2001. [Acesso em 04/08/07]: http://fubica.lsd.ufcg.edu.br/hp/publicacoes/artigos/sb99.pdf.

[33] A. C. SANTANA; T. D. JÚNIOR; J. D. A. CARVALHO e H. ABDALLA JÚNIOR. Uma metodologia para a implantação da aprendizagem orientada por projetos, na engenharia, com foco nas competências transversais. *XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 09 a 12 de Setembro, São Paulo:Brasil, 2008.

[34] A. C. SANTANA; T. D. JÚNIOR; W. B. V. FILHO; J. D. A. CARVALHO e H. ABDALLA JÚNIOR. A project-based learning (pjbl) approach as a pedagogical tool for enhancing the soft skills in engineering. *ASEE Global Colloquium on Engineering Education*, 19-23 October, Cape Town:South Afric, 2008.

[35] N. V. H. JANSSEN e J. M. LOURENÇO. Peer assessment and group work in civil engineering education. Technical report, University of Minho, Guimarães, Portugal, 2006.

[36] J. FROYD; A. SRINIVASA; D. MAXWELL; A. CONKEY; e K. SHRYOCK. A project-based approach to first-year engineering curriculum development. In *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 2005.

[37] W. A. BAZZO e L. T. V. PEREIRA. Introdução à engenharia. Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

[38] W. P. Longo e M. O. da C. Telles. *Programa de desenvolvimento das engenharias: situação atual*. Revista de Ensino de Engenharia, Julho de 1998.

[39] F. M. SANTORO; M. R. S. BORGES; e N. SANTOS. Modelo de cooperação para aprendizagem baseada em projetos: Uma linguagem de padrões. *COPPE-Sistemas/UFRJ*, 1:01–10, 2002.

[40] R. M. Lima; D. Carvalho; M. A. Flores; e N. V. H. Janssen. Case study on project led education in engineering: Students and teachers perceptions. *European Journal of Engineering Education*, 1:1–11, 2006.

[41] J. PIAGET e P. GRECO. *Aprendizagem e Conhecimento*. Freitas Bastos, 1974.

[42] L. M. M. SIQUEIRA e P. R. ALCÂNTARA. Implementação de aprendizagem colaborativa na engenharia elétrica: Uma proposta para inovar a prática pedagógica. *Acta Scientiarum: human and social sciences*, 1:1–19, 2003.

[43] L. M. M. SIQUEIRA e P. R. ALCÂNTARA. Modificando a atuação docente utilizando a colaboração. *Revista Dialógo Educacional*, 4:57–69, 2003.

[44] M. L. HO; A. B. RAD; e P. T. CHAN. Project-based learning - design of a prototype semiautonomous vehicle. *IEEE Control Systems Magazine*, 1:34–56, 2004.

[45] J. D. A. CARVALHO e R. M. LIMA. Organização de um processo de aprendizagem baseado em projetos interdisciplinares em engenharia. *Cobenge*, 1:01–12, 2006.

[46] C. G. CABRAL e W. A. BAZZO. As mulheres nas escolas de engenharia brasileiras: História, educação e futuro. *Revista de Ensino de Engenharia*, 1:03–09, 2005.

[47] R. C. HSU e W. C. LIU. Project based learning as a pedagogical tool for embedded system education. *IEEE*, 1:114–128, 2005.

[48] U. ECO. *Como se faz uma tese*. 170 p., 2002.

[49] RM. EPSTEIN and EM. HUNDERT. Defining and assessing professional competence. *JAMA*, 287(2):226–235, 2002.

[50] N. MATTHEOS; A. NATTESTAD; E. FALK-NILSSON; and R. ATTSTROM. The interactive examination: assessing students´ self-assessment ability. *Medical Education*, 38(4):378–389, 2004.

[51] R. M. FELDER. Teaching engineering in the 21th century with a 12th century teaching model: How bright is that? *Chemical Engineering Education*, 1:110–113, 2006.

[52] R. M. FELDER and R. BRENT. The intellectual development of science and engineering students - part 2 - teaching to promote growth. *Journal of Engineering Education*, 1:279–291, 2004. [Acesso em 10/10/06]. http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/IntDev-II.pdf.

[53] R. M. FELDER and R. BRENT. The intellectual development of science and engineering students - part 1 - models and challenges. *Journal of Engineering Education*, 1:269–277, 2004. [Acesso em 10/10/06]. http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/IntDev-I.pdf.

[54] R. M. FELDER and R. BRENT. Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, 94:57–72, 2005.

[55] J. G. FERREIRA. Ensino a distância. questões pedagógicas. são leopoldo (rs). 1997. [Acesso em 02/04/07]: http://penta.ufrgs.br/ jairo/2ensdis2.htm.

[56] R. S. Ferreira. *Tendências curriculares na formação do engenheiro do ano 2000, In: I. von Linsingen et al, Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica.* Editora da UFSC, p. 129-142, 1999.

[57] BIE (The Buck Institute for Education). *Project Based Learning Education Handbook*. ISBN: 0-9740343-0-4, 2003.

[58] F. FORSYTHE. *Problem-based Learning: The Handbook for Economics Lecturers*. University of Staffordshire, 2005.

[59] M. GADOTTI. *Paulo Freire: uma biobibliografia*. Cortez, 1996.

[60] S. Z. GAMA. *Novo Perfil do Engenheiro Eletricista no Início do Século XXI*. PhD thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, 2002.

[61] G. GIBBS. *Improving the Quality of Student Learning*. Technical and Educational Services, 1992.

[62] L. A. G. GONZÁLES. *Um Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na Educação de Projetos pela WEB*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2005. [Acesso em 14/06/07]. http://bdtd.ibict.br/bdtd.

[63] B. J. DUCH; S. E. GROH; and D. E. ALLEN. *The Power of Problem-Based Learning: A Practical How to for Teaching Undergraduate Courses in Any Discipline*. Stylus, 2001. [Acesso ao Resumo Digital em 11/06/07]. http://www.amazon.com/1579220371/ie=UTF8.

[64] H. A. HADIM and S. K. ESCHE. Enhancing the engineering curriculum through project-based learning. *32th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 1:23–34, 2002.

[65] G. HEITMANN. Project-oriented study and project organized curricula: A brief review of intentions and solutions. *European Journal of Engineering Education*, 21(2):121–132, 1996.

[66] P. DART; L. JOHNSTON; and C. SCHMIDT. Enhancing project-based learning: Variations on mentoring. Technical report, University of Melbourne, Department of Computer Science, 1997.

[67] R. E. KELLEY. Becoming a star engineer. *IEEE Spectrum (http://socrates.coloradotech.edu/ it53x/StarEng.html)*, 36:10, 1999.

[68] M. KNOLL. The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal Industrial Teacher Education. University of Bayreuth*, 1:59–80, 1997.

[69] S. C-Y. LU. A scientific foundation of collaborative engineering. Technical report, International Academy for Production Engineering, 2007.

[70] J. G. MARTINS. *Aprendizagem Baseada em Problemas Aplicada a Ambiente Virtual de Aprendizagem*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. [Acesso em 10/06/07]. http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/2016.pdf.

[71] M. T. MASETTO. Reconceptualizando o processo ensino-aprendizagem no ensino superior e suas consequências para o ambiente de aula. In *ENDIPE, 9, Anais, pp: 317-331*, 1998.

[72] M. T. MASETTO. *Ensino em Engenharia: Técnicas para Otimização das Aulas*. Avercamp, 2007.

[73] SULLIVAN ME and MA HITCHCOCK. Peer and selfassessment during problem-based tutorials. *Am J Surg*, 177(3):266–9, 1999.

[74] J. B. MEDEIROS. *Redação Científica: A prática de fichamentos, resumos e resenhas*. 2003.

[75] M. C. Moraes. *O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais, In: I. von Linsingen et al, Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica*. Editora da UFSC, 1999.

[76] E. MORIN. *Os Sete Saberes Necessários a Educação do Futuro*. São Paulo, 2000.

[77] North Central Regional Education Laboratory (NCREL). The engauge 21st-century skills. [Acesso em 30/04/2007]: http://www.ncrel.org/engauge/skills/21skills.htm.

[78] L. NOT. *As Pedagogias do Conhecimento*. Rio de Janeiro, 1979.

[79] UCSB University of California Office and Instructional Consultation. Collaborative learning. differences between collaborative and cooperative learning. 2002. [Acesso em 09/09/06]: http://www.oic.id.ucsb.edu/resources/collab-L/CL-Index.html.

[80] T. S. OLIVEIRA. *Ferramentas para o Aprimoramento da Qualidade*. 1995.

[81] V. F. OLIVEIRA. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. *Revista ABENGE*, 24:3–12, 2005.

[82] Y. V. ZASTAVKER; M. ONG; and L. PAGE. Women in engineering: Exploring the effects of project-based learning in a first-year undergraduate engineering program. *36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 1:01–14, 2006.

[83] S. PAPERT. *Logo: computadores e educação*. 1985.

[84] J. PIAGET. *Para onde vai a educação?* Unesco, 1973.

[85] J. PIAGET. *Epistemologia Genética*. 1973a.

[86] Project Management Institute (PMI). *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*. 2004.

[87] Editora Positivo. O aurelio on-line. [Acesso em 08/09/2007]: http://200.225.157.123/dicaureliopos/login.asp.

[88] A. S. POUZADA. *Project Based Learning (Project-Led Education and Group Learning)*. Universidade do Minho, 2000.

[89] P. POWEL and W. WEENK. *Project-Led Engineering Education*. Lemma Publishers, Utrecht, 2003.

[90] P. C. POWELL. Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 29:221–230, 2004.

[91] M. J. PRINCE and R. M. FELDER. Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons and research bases. *Journal Engineering Education*, 1:123–138, 2006.

[92] L. R. C. RIBEIRO. *A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): Uma Implementação na Educação em Engenharia na Voz dos Atores*. PhD thesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. [Acesso em 18/06/07]. http://bdtd.ibict.br/bdtd.

[93] M. J. G. SALUM. *Os currículos de engenharia no Brasil (estágio atual e tendências)*. Editora da UFSC, pp. 107-118, 1999.

[94] M. SCHRAGE. *Serious Play: How the World's Best Companies Simulate to Innovate*. ISBN 0875848141. 244 páginas. 2000.

[95] SEFI. The impact of the bologna declaration on engineering education in europe (the result of a survey). www.ntb.ch/SEFI, 2002.

[96] M. A. SILVEIRA. *A Formação do Engenheiro Inovador: Uma visão internacional*. PUC-Rio, Sistema Maxwell. ISBN: 85-905658-2-3, 2005.

[97] A. M. SOUZA. *Como Medir os Resultados dos Treinamentos: Uma Proposta de Metodologia Abrangente voltada para a Obtenção da Eficácia do Treinamento - Um Estudo de Caso em Empresa do Setor Automotivo*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2004.

[98] P. C. S. TELLES. História da engenharia no brasil. séculos xvi e xix. Technical report, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

[99] M. I. TIMM. *Elaboração de projetos como estratégia pedagógica para o ensino de engenharia (curso à distância de projeto no modelo e-learning-by-doing)*. PhD thesis, Programa de pós-graduação em Informática na Educação - PPGIE. Universidade do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2005.

[100] B. TRILLING and P. HOOD. *The Seven C's*. Educational Technology, 1999.

[101] L. M. VYGOTSKY. *Pensamento e Linguagem*. 1993.

[102] L. S. VYGOTSKY. *A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. 1989.

[103] D. WOODS. *Problem-Based Learning: Helping Your Students Gain the Most from PBL*. McMaster University Bookstore, Ontario, 1996.

APÊNDICE A - GUIA DO ESTUDANTE

Este apêndice tem como intuito apoiar os estudantes participantes da disciplina de Projetos Integradores, descrevendo o tema do projeto, a metodologia de desenvolvimento, os requisitos gerais da solução esperada, os envolvidos na experiência, as disciplinas relacionadas, os aspectos das competências transversais, os critérios de avaliação e controle, por parte dos professores, e os endereços virtuais das ferramentas web utilizadas como apoio.

1. INTRODUÇÃO

A resolução CNE/CES 11/2002 do Conselho Nacional de Educação institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Graduação em Engenharia. Dentre elas, destacam-se a demanda por engenheiros com ampla formação e capacidade de solução de problemas.

A Universidade de Brasília (UnB), na Faculdade de Tecnologia (FT), precisamente, o curso de Engenharia Mecânica (ENM), por meio de alguns de seus docentes, tem experimentado a renovação no seu processo de ensino com o objetivo de melhorar a formação de seus estudantes egressos.

Espera-se ao fim desta atividade de integração proposta, que os estudantes sejam capazes de se organizarem em equipes para planejar, realizar e apresentar projetos de engenharia, de maneira eficiente e criativa, levando-se em consideração a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental, bem como percebam os aspectos presentes na realidade profissional.

2. TEMA DO PROJETO

O motor Stirling é uma máquina térmica capaz de operar como um motor de combustão externa, ou seja, recebe energia de uma fonte externa de calor, proveniente de combustão, produz trabalho e rejeita parte da energia recebida para o ambiente.

Ele foi desenvolvido no Reino Unido em 1816 e ainda desperta interesse da comunidade

técnica, principalmente porque opera sob um ciclo com desempenho muito próximo do ciclo de Carnot, ou seja, apresenta alta eficiência termodinâmica. Embora, tenha sido projetado como um motor de combustão externa, um coletor solar pode ser empregado, em conjunto com esse motor, como fonte de energia.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada pelas equipes de trabalho deve contemplar as seguintes etapas:

- *Desenvolver uma proposta de produto em que são levantadas as principais necessidades que deverão ser supridas no projeto (Termo de Abertura do Projeto).*
- *Apresentar um Plano de Projeto, contendo o cronograma com as tarefas, datas de início e término, bem como os respectivos responsáveis.*
- *Desenvolver um estudo de viabilidade técnico-econômica da proposta.*
- *Elaborar um projeto técnico detalhado do equipamento, adequadamente documentado de forma textual e gráfica.*

4. REQUISITOS GERAIS DO PROJETO

De maneira geral, o presente projeto deve atender os seguintes requisitos:

- *Fontes de energia - solar e outra definida pela equipe de trabalho.*
- *Potência produzida - necessária para uma residência doméstica média, operando 24 horas.*
- *Estabilidade - deve-se garantir que o sistema continue gerando energia à noite e em dias nublados. A variação de geração não deve ser maior que 10%.*
- *Portabilidade - o sistema deve ser de instalação fixa.*
- *Segurança - devem ser previstos dispositivos de segurança que evitem acidentes com usuários.*
- *Ambiental - deve ser ambientalmente viável.*

5. ENVOLVIDOS NO PROJETO

Neste projeto serão envolvidos tanto os estudantes quanto os professores. Todos devem assumir suas responsabilidades e cumprirem com os compromissos assumidos, uma vez que isso é fundamental para que a experiência obtenha êxito.

5.1 Professores e Monitores

NOME	FUNÇÃO	EMAIL	TELEFONE
Nome do Professor 1	Tutoria	professor1@unb.br	1234 5678
Nome do Professor 2	Tutoria	professor2@unb.br	1234 5678
Nome do Professor 3	Tutoria	professor3@unb.br	1234 5678
Nome do Monitor 1	Monitoria	monitor1@unb.br	1234 5678
Nome do Monitor 2	Monitoria	monitor2@unb.br	1234 5678
Nome do Monitor 3	Monitoria	monitor3@unb.br	1234 5678

5.2 Estudantes

Esta experiência envolverá estudantes do 4° (quarto) e 8° (oitavo) períodos do curso de Engenharia Mecânica (ENM) da Universidade de Brasília (UnB).

Os próprios estudantes serão responsáveis pela solução de eventuais conflitos internos. Como resolver e que solução adotar serão decisões internas das equipes de trabalho, sem interferência direta dos professores. Exceto pela escolha inicial do Líder da equipe de trabalho, todas as decisões relacionadas à realização do projeto, tais como, elaboração de cronograma, distribuição interna de tarefas, soluções técnicas, e inclusive, a substituição do líder da equipe de trabalho, caso necessário, serão resolvidas no âmbito da equipe de trabalho.

Devido ao sistema de avaliação adotado, será permitida à equipe a exoneração de qualquer componente que não esteja contribuindo adequadamente. Embora, essa medida pareça extrema, acredita-se que a possibilidade de sua ocorrência estimule a participação ativa dos integrantes, e aproxime, ainda mais, a experiência da realidade profissional.

6. DISCIPLINAS

As competências que os estudantes terão que adquirir para realizarem o projeto são, em grande parte, as competências que teriam que adquirir para realizar as várias disciplinas envolvidas de forma isolada. Neste projeto serão envolvidas duas disciplinas de semestres diferentes, justamente com o objetivo de apoiar diretamente o projeto, bem como proporcionar a integração entre estudantes de semestres diferentes e conhecimentos distintos. São elas:

6.1 - Disciplina 1 - 168009 - Termodinâmica 1

Proporcionar ao estudante um ambiente de desenvolvimento de uma base teórica sólida para melhor aproveitamento de disciplinas posteriores, além de habilitar o estudante a formular adequadamente e solucionar problemas envolvendo termodinâmica clássica na prática de engenharia.

6.2 - Disciplina 2 - 168807 - Projeto de Sistemas Mecânicos

Introduzir o estudante ao projeto de engenharia como a atividade de síntese da profissão de engenheiro mecânico, integrando os conhecimentos e as habilidades técnicas adquiridas ao longo do curso de graduação na solução de problemas, por meio do desenvolvimento de projetos reais.

7. COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS

O trabalho em equipe em um projeto multidisciplinar proporciona momentos de aprendizagem únicos. Além das competências específicas das áreas disciplinares representadas no projeto, os estudantes têm a possibilidade de desenvolver um conjunto de competências transversais, que constituem uma das mais valias do trabalho em um projeto dessa natureza.

Essa participação cria oportunidades para o desenvolvimento das competências transversais que os estudantes necessitam aprofundar e explorar ao longo do curso. Este projeto tem como intuito o desenvolvimento das seguintes competências transversais:

- *Trabalho em Equipe - divisão de atividades; resolução de conflitos; fomentação de processos de decisão; valorização e contribuição dos indivíduos e da equipe de trabalho; e realização de atividades colaborativas.*

- *Relacionamento - respeito e atenção às opiniões dos colegas; explicação de idéias e problemas complexos de maneira acessível; e elaboração de feedback construtivo.*
- *Comunicação - comunicação dentro da equipe de trabalho; utilização de forma adequada das ferramentas de apoio; comunicação escrita, tais como: relatórios, atas de reunião e documentação; comunicação oral, por exemplo: apresentações no âmbito da equipe e do projeto; apresentação do relatório final.*
- *Gestão de Conflitos - o próprio equipe é responsável pela solução dos conflitos internos. Como resolver e que solução adotar são decisões internas das equipes, sem qualquer interferência dos professores.*
- *Gerência de Projetos - elaboração do termo de abertura e plano de gerenciamento do projeto; cronograma e relatórios gerenciais; definição de objetivos; condução de reuniões; e tomada de decisão.*

8. PONTOS DE CONTROLE

Os pontos de controle dizem respeito ao controle formal do andamento dos projetos. Estes pontos devem assegurar certo ritmo de andamento dos projetos, embora mantendo alguma liberdade de atuação às equipes. O objetivo não é impor às equipes o cumprimento de aspectos técnicos ao longo do tempo, mas apenas considerar alguns aspectos gerais de planejamento para garantir um determinado ritmo de trabalho.

MARCO	DATA	HORÁRIO	ATIVIDADE
1	05/09/2007	8:00	Apresentação da Proposta - TERMO 1
2	11/09/2007	8:00	Apresentação da Proposta - PSM
3	22/09/2007	9:00	Palestra: Gestão de Projetos e Equipes
4	20/10/2007	9:00	Apresentação Oral do Andamento do Projeto
5	Aleatória	a definir	Reuniões Marcadas com 48 h de antecedência
6	Aleatória	a definir	Reuniões Marcadas com 48 h de antecedência
7	11/12/2007	8:00	Apresentação Final
8	12/12/2007	16:00	Apresentação Final

9. AVALIAÇÃO

A avaliação de cada uma das disciplinas de apoio ao projeto será efetuada, fundamentalmente, pelo desempenho de cada estudante no projeto. Os critérios de avaliação de cada

disciplina foram definidos pelos respectivos professores responsáveis, de acordo com o formato descrito nesta seção.

Nesta proposta, estímulos positivos e negativos serão utilizados para motivar os estudantes a participarem em todas as atividades. Em virtude da provável adaptação dos estudantes aos estímulos, será utilizado um sistema binário de avaliação, em que cada atividade, e suas divisões em tarefas, serão pontuadas com duas notas: zero ou dez. Por exemplo, considerando a primeira tarefa, "todos os estudantes matriculados nas disciplinas mencionadas deverão se cadastrar no ambiente virtual até o dia dd/mm/aaaa". Os estudantes que realizarem a tarefa dentro do prazo, obterão pontuação máxima (dez), os estudantes que não se inscreverem dentro do prazo obterão pontuação mínima (zero).

Todas as atividades e tarefas atribuídas pelos professores, ou monitores, serão avaliadas e pontuadas dessa forma. A pontuação será atribuída ao estudante ou à equipe conforme as atividades sejam responsabilidades individuais ou da equipe de trabalho. Quanto à avaliação da equipe de trabalho, será sua atribuição garantir que os integrantes cumpram os prazos e as atividades adequadamente, de modo a garantir a pontuação máxima na tarefa.

10. AUTOAVALIAÇÃO

A autoavaliação, desde que bem desenvolvida, proporciona ao estudante, e consequentemente, ao profissional, aumento da autoestima, segurança e impulso de autoaprimoramento contínuo, seja profissional e/ou pessoal.

Nesta implantação, em cada atividade, o estudante atribuirá pontuações a si mesmo, e, anonimamente, aos componentes da equipe de trabalho e à equipe. A capacidade de autoavaliação do indivíduo será verificada através da comparação da pontuação atribuída a si com suas pontuações atribuídas pelos componentes da equipe de trabalho e pelos professores envolvidos na atividade. O objetivo é possibilitar que o indivíduo compare sua autoimagem profissional com a imagem concebida pelos colegas profissionais.

11. AVALIAÇÃO NO PROJETO

De maneira geral, os elementos que deverão ser considerados na avaliação final do projeto e de sua execução são os aspectos organizacionais internos à equipe, a criatividade

e originalidade, a comunicação oral e escrita, o comportamento profissional e a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental. O parecer final sobre os projetos apresentados será comparativo, de modo a valorizar soluções inovadoras e passíveis de implementação prática.

A nota final a ser atribuída ao estudante, devido à sua Participação no Projeto (PP), foi composta pela média ponderada das Avaliações Individuais (AI), Avaliações Coletivas (AC) e pela nota atribuída pelo Parecer Final (PF) após a apresentação oral, conforme apresentado pela equação a seguir:

$$PP = (0,1 * AI) + (0,4 * AC) + (0,5 * PF)$$

11.1 Avaliação de Termodinâmica 1

A Menção Final da disciplina de Termodinâmica 1 (MFT) foi determinada pela média ponderada da Média de três Provas Teóricas (MPT), com consulta, Média dos Exercícios de Entrega (MEE) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFT = (0,5 * MPT) + (0,2 * MEE) + (0,3 * PP)$$

11.2 Avaliação de Projeto de Sistemas Mecânicos

A Menção Final da disciplina de Projeto de Sistemas Mecânicos (MFSM) será determinada por meio da ponderação da Média de duas Provas Teóricas (MPT), Média do Trabalho Individual (MTI) e pela Participação no Projeto (PP), conforme apresentada pela equação a seguir:

$$MFSM = (0,4 * MPT) + (0,3 * MTI) + (0,3 * PP)$$

12. FERRAMENTA DE E-LEARNING

As plataformas de e-Learning são necessárias para apoio às disciplinas e ao projeto. Nesta experiência serão utilizadas o Moodle e o dotProject. Os objetivos da utilização de uma plataforma de e-Learning são:

- Disponibilizar conteúdos das unidades curriculares e dos estudantes.

- Disponibilizar informação sobre a organização do projeto.
- Fomentar o trabalho em equipe mesmo não presencial (Chat e Fórum).
- Potencializar as possibilidades de contato para esclarecimentos e responder a dúvidas.
- Criar listas de respostas a dúvidas frequentes.

12.1 Moodle

É uma aplicação de internet que fornece aos professores e estudantes uma ferramenta para se criar um curso baseado em um site da web, com políticas de controle de acesso. Pode-se, facilmente, compartilhar materiais de estudo, manter discussões, aplicar testes de avaliação e pesquisas de opinião, coletar e revisar atividades e registrar notas. A ementa da disciplina "Projetos Integradores 1", o material didático e os exercícios solicitados estão disponíveis no endereço eletrônico: www.save.pro.br/mood.

12.2 dotProject

É um sistema de gerência de projetos em software livre de fácil utilização. Ele possui um conjunto de funcionalidades e características que o tornam indicado para implementação em ambientes que necessitam acesso via internet. O acesso é feito por meio de um navegador web, tal como ao Moodle, assim sua utilização independe de sistema operacional e instalação na máquina do usuário, pois é executado em um servidor de rede. O endereço do dotProject é www.save.pro.br/dot.

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE B - IDENTIFICAÇÃO PESSOAL E DISPONIBILIDADE

Este apêndice tem como intuito identificar os estudantes participantes da disciplina de Projetos Integradores, bem como apresentar a disponibilidade de tempo para atividades extra-classe de cada estudante. A partir dessas informações são criadas as equipes de trabalho.

1. IDENTIFICAÇÃO PESSOAL

Nome:

Endereço:

E-mail: Telefone:

Menção na Disciplina de Física 2:

Ano de Ingresso no Curso:

Além de estudar, você trabalha? Se sim, onde:

2. DISPONIBILIDADE

Indique os horários em que você não está disponível para trabalhar em atividades extra-classe.

Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
08 - 10							
10 - 12							
12 - 14							
14 - 16							
16 - 18							
18 - 20							
20 - 22							

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE C - TERMO DE CONCORDÂNCIA DA EQUIPE

Este apêndice tem como intuito apoiar os estudantes participantes da disciplina de Projetos Integradores, descrevendo as regras que as equipes de trabalho estabelecem e que devem ser seguidas pelos seus membros. A definição do conteúdo será por conta de cada equipes, pois eles definem suas próprias regras, automonitoraram e punem os estudantes que não se mantém de acordo com o acordo estabelecido.

INSTRUÇÕES

Em uma folha de papel, coloquem os nomes dos integrantes da equipe de trabalho e listem as regras e as expectativas da equipe de trabalho em relação ao comportamento profissional da equipe de trabalho e de seus integrantes, tais como:

- *Frequência às reuniões; Tolerância para o início das reuniões.*
- *Aspectos de comunicação que a equipe de trabalho irá utilizar.*
- *Cumprimento de tarefas; Desligamento de integrantes da equipe de trabalho.*

Lembrem-se de que as regras devem ser realistas e definidas com o objetivo de zelar pela boa relação na equipe de trabalho. É importante que todos os integrantes estejam de acordo em obedecer às regras, assinando o Termo de Concordância da equipe de trabalho.

Uma cópia assinada deve ser entregue a um dos professores e outra deve ser mantida com a equipe de trabalho, para que possa ser utilizada durante a solução de possíveis conflitos. Embora, este documento seja para uso e benefício da equipe de trabalho, a sua elaboração e entrega dentro do prazo estabelecido serão pontuadas com nota 10 (dez). Caso sejam necessárias orientações em relação à elaboração e ao texto do documento, o representante da equipe de trabalho pode procurar os professores e/ou monitores do projeto.

Tarefa: *Elaborar, em equipe, o Termo de Concordância da equipe de trabalho.*
Entrega: *dd/mm/aa - hh:mm.*
Pontuação: *10.*

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE D - TERMO DE ABERTURA DO PROJETO

IDENTIFICAÇÃO	FUNCIONÁRIO	CONTROLE
Preparado por:	Membro 1 da Equipe - *gerente do projeto*	Versão 1.0.1
Aprovado por:	Membro 1 da Equipe - *patrocionador*	20/05/2008

Este apêndice tem como intuito reconhecer a existência do Projeto, servindo como referência para o trabalho do gerente do projeto. Ele descreve as seguintes informações à respeito do projeto: o título do projeto; uma descrição sucinta; o nome do gerente; as justificativas para sua realização; os stakeholders envolvidos; os produtos/entregas; as restrições, as premissas e os estudantes participantes.

Durante o desenvolvimento deste documento, devem ser considerados todos e quaisquer aspectos e fatores que cercam e influenciam positivamente ou negativamente o sucesso do projeto. Isso inclui, mas não se limita a itens como: disponibilidade dos estudantes; aspectos culturais; diferenças de conhecimento; diversidades de idiomas; etc.

1. Título do Projeto

Defina um título bem intuitivo para o projeto. Em algumas empresas os nomes devem seguir um padrão.

<Criação do Novo Carro da Empresa XPTO.>

2. Descrição do Projeto

Descreva de forma resumida o ponto de partida do projeto, os principais objetivos e o que se espera como resultado.

<Nos últimos meses o departamento de qualidade tem encontrado várias dificuldades com os pedidos de nossos clientes do nosso equipamento XYZ. Com isso, o propósito deste projeto é colocar no mercado um carro que mude a visão dos clientes.>

3. Justificativa do Projeto

Descreva em que base financeira ou outra base pode-se justificar o que será realizado neste projeto.

<Espera-se que em melhorando a satisfação dos clientes o lucro incremente no primeiro ano em R$ 200.000,00 e os gastos com service-desk diminuam. Como benefício externo, acredita-se que este projeto identifique idéias de melhoria para a satisfação do cliente.>

4. Gerente do Projeto

Quem será o líder do projeto e o que ele poderá determinar, gerenciar e aprovar com relação às atividades etc.

<O Membro 1 da Equipe de Trabalho é o gerente do projeto. Ele tem autoridade para selecionar os membros da equipe, determinar as datas do projeto, realizar compras etc.>

5. Stakeholders

Quem esteja envolvido no projeto ou cujos interesses possam ser afetados de forma positiva ou negativa.

<Patrocionador do projeto; gerente do projeto; depto de pesquisas e tendências; cidadãos da classe c; etc.>

6. Descrição do Produto e Entregas

De forma macro, quais as principais entregas? Quais as datas previstas? Qual custo esperado de cada uma?.

<Espera-se que até meados do próximo ano, tenhamos o projeto técnico definido. No final do próximo ano o protótipo será entregue. O custo esperado é de aproximadamente R$ 100.000,00 para o projeto técnico e de R$ 500.000,00 para o protótipo. Contudo, o carro deverá estar no mercado aproximadamente em três anos.>

7. Premissas

São fatores considerados verdadeiros, reais ou certos. Geralmente, elas envolvem um grau de risco.

<Assumiremos que o Membro 2 da Equipe de Trabalho estará disponível durante todo o projeto. Os testes serão realizados nas ruas de São Paulo. O valor do dólar não ultrapassará R$ 2,10, pois importaremos alguns insumos.>

8. Restrições

Estar restrito a uma ação ou disponibilidade, que afetará o desempenho do projeto ou de um processo.

<Em Janeiro o fornecedor B, estará em recesso. Não investir mais que R$ 1.000.000,00. Finalizar o projeto ao final do primeiro semestre de 20xx. A especialista Membro 4 da Equipe de Trabalho estará fora do País em Abril de 20xx.>

9. Principais Envolvidos

NOME	FUNÇÃO	EMAIL	TELEFONE
Membro 3 da Equipe de Trabalho	Gerente de Produto	m3@unb.br	1234 5678
Membro 5 da Equipe de Trabalho	Gerente de Produção	m5@unb.br	1234 5678
Membro 6 da Equipe de Trabalho	Gerente de Pesquisas	m5@unb.br	1234 5678

Gerente do Projeto

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE E - PLANO DO PROJETO

IDENTIFICAÇÃO	FUNCIONÁRIO	CONTROLE
Preparado por:	Membro 1 da Equipe - *gerente do projeto*	Versão 1.0.1
Aprovado por:	Membro 1 da Equipe - *patrocionador*	20/05/2008

Este apêndice é a base de toda a fase de execução, tendo como intuito formalizar os procedimentos a serem conduzidos durante a execução do projeto. Ele descreve as seguintes informações à respeito do projeto: o título do projeto; a apresentação do projeto; matriz de responsabilidade; a estrutura analítica do projeto; análise dos riscos etc.

Durante o desenvolvimento deste documento, devem ser considerados todos e quaisquer aspectos e fatores que cercam e influenciam positivamente ou negativamente o sucesso do projeto. Isso inclui, mas não se limita a itens como: disponibilidade dos estudantes; aspectos culturais; diferenças de conhecimento; diversidades de idiomas; etc.

1. Título do Projeto

Defina um título bem intuitivo para o projeto. Em algumas empresas os nomes devem seguir um padrão.

<Criação do Novo Carro da Empresa XPTO.>

2. Apresentação do Projeto

Informe ao leitor o que este projeto realizará, mostrando a origem do projeto, os resultados esperados etc.

<Nos últimos meses o departamento de qualidade tem encontrado várias dificuldades com os pedidos de nossos clientes do nosso equipamento XYZ. Com isso, o propósito deste projeto é colocar no mercado um carro que mude a visão dos clientes.>

3. Matriz de Responsabilidades

Informe o nome e as responsabilidades do gerente e do time principal do projeto.

NOME	DIAGNÓSTICO	PLANEJAMENTO	RESULTADOS
Membro 2 da Equipe de Trabalho	R	A	A
Membro 2 da Equipe de Trabalho	S	A	R
Membro 2 da Equipe de Trabalho	A	R	A

Legenda: R - responsável; A - apoio; S - suplente.

4. Estrutura Analítica do Projeto (EAP) ou Work Breakdown Structure (WBS)

É a ferramenta de gerenciamento do escopo do projeto.

Como sugestão para criação da EAP/WBS, como mostrado acima, recomenda-se o uso do WBS Chart Pro. É uma ferramenta de criação de WBS de projetos. O fabricante é a Critical Tools. www.criticaltools.com. Pode se baixar um Trial limitado a 50 tarefas e 30 dias.

5. Análise dos Riscos - Respostas Planejadas

Os riscos identificados e qualificados, deve-se tratar de forma diferenciada, conforme tabela a seguir.

DESCRIÇÃO	PROBABILIDADE	IMPACTO	CRITICIDADE	ESTRATÉGIA	AÇÃO PROPOSTA	RESPONSÁVEL	STATUS
Ausência do Gerente	B	A	M	Mitigar	O Fulano é o primeiro substituto.	Membro 1	Fechado
Quantidade de Provas.	A	A	A	Aceitar	Definição de um cronograma.	Membro 2	Em análise
...	...	...	...	...	...	...	...

Legenda: B - baixo; M - médio; A - alto.

Estratégia (Evitar, Transferir, Mitigar ou Aceitar). Status (Aberto, Em análise ou Fechado).

6. Plano de Comunicação

Serão utilizados os seguintes canais de comunicação:

- Documentos impressos - os relatórios, planilhas e gráficos. Apresentam as informações que poderão acompanhar as correspondências formais.
- Relatório de status - apresentado semanalmente para a coordenação, identificando as atividades e o progresso do projeto.
- O dotProject - será a ferramenta de apoio à gestão do projeto.
  O acesso é http://www.save.pro.br/dot/index.php?
- O Moodle - será utilizada a ferramenta de gestão do conteúdo.
  O acesso é http://save.pro.br/mood/course/view.php?id=7
- Ferramenta n - ...

7. Plano de Configuração

Nesta seção, são definidos os itens de configuração e a nomenclatura para os identificadores dos itens.

A tabela abaixo identifica os itens de configuração e uma breve descrição de cada um deles.

ITEM DE CONFIGURAÇÃO	DESCRIÇÃO
Guia do Estudante	Este documento apresenta as informações gerais para o desenvolvimento do projeto.
Termo de Abertura	Este documento apresenta as principais informações à respeito do projeto.
Plano do Projeto	Este documento apresenta as informações gerenciais à respeito do projeto.
...	...

8. Plano de Trabalho - Cronograma

Nesta seção, será apresentado o cronograma em dotProject, ou seja, o Gráfico de Gantt, com as tarefas que serão realizadas no projeto.

9. Assinaturas

Diretor da Área	Patrocinador	Gerente do Projeto
Fulano de Tal	Beltrano de Tal	Ciclano de Tal

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE F - RELATÓRIO PARCIAL/FINAL

O apêndice de relatório parcial/final deverá seguir o modelo de apresentação de projeto final de curso correspondente à Universidade ou Departamento em que a experiência está sendo realizada.

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE G - COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS NAS EQUIPES

Este formulário tem como intuito capturar as avaliações dos estudantes, participantes da experiência da utilização da aprendizagem orientada por projetos, no curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, em relação à autoavaliação e avaliação por pares. Esta avaliação, proporciona ao estudante e, consequentemente, ao futuro profissional, aumento da autoestima, segurança, autocrítica e autoaprimoramento contínuo.

COMPETÊNCIAS	TRANSVERSAIS	AUTOAVALIAÇÃO	MEMBRO 1	MEMBRO N
1. Liderança de Equipe	1.1 Facilita a resolução de problemas	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	1.2 Motiva os estudantes ao projeto	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	1.3 Influencia os membros da equipe	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
2. Gerência de Equipe	2.1 Demonstra coesão nas ações tomadas	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	2.2 Conduz as atividades eficazmente	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	2.3 Consegue resultados positivos	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
3. Comunicação em Geral	3.1 Posiciona corretamente à frente	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	3.2 Coloca as palavras adequadamente	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	3.3 Apresenta conteúdo satisfatório	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
4. Áreas Correlatas	4.1 Conhece de administração geral	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	4.2 Considera os aspectos não técnicos	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	4.3 Preocupa com o meio ambiente	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
5. Espírito Empreendedor	5.1 Pesquisa por novas possibilidades	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	5.2 Disposto a sacrifícios pessoais	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)
	5.3 Demonstra autoconfiança sempre	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)	(1)|(2)|(3)|(4)|(5)

Legenda: (1) - Discordo Amplamente; (2) - Discordo ; (3) - Indiferente ; (4) - Concordo ; (5) - Concordo Amplamente.

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE H - AVALIAÇÃO DO PROCESSO EDUCACIONAL

Este formulário tem como intuito capturar as avaliações dos estudantes, participantes da experiência da utilização da aprendizagem orientada por projetos, no curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, em relação à adoção da Aprendizagem Orientada por Projetos e a Metodologia proposta neste trabalho.

ITENS DA PESQUISA	OPÇÕES
01. A AOPj contribui para o entendimento dos aspectos práticos da engenharia.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)
02. O projeto proposto para ser desenvolvido me proporciona questões de aspectos reais e práticos.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)
03. Esta experiência tem melhorado meu entendimento dos assuntos estudados nas aulas.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)
04. Participando desta experiência, minha confiança e capacidade de participar das discussões têm aumentado.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)
05. Nesta experiência tenho desenvolvido/aperfeiçoado minha capacidade de trabalhar em equipe.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)
06. Esta experiência (ano/semestre) está sendo organizada/executada, conforme o esperado.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)
07. Este tipo de experiência deve ser repetida nos próximos semestres.	(1) | (2) | (3) | (4) | (5)

Legenda: (1) - Discordo Amplamente; (2) - Discordo ; (3) - Indiferente ; (4) - Concordo ; (5) - Concordo Amplamente.

Equipe de Coordenação.

APÊNDICE I - EVOLUÇÃO DA MATURIDADE DO ESTUDANTE

Este formulário tem como intuito capturar as avaliações dos estudantes, participantes da experiência da utilização da aprendizagem orientada por projetos, no curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília, em relação à autocrítica e na verificação da evolução ou não da maturidade pessoal e profissional.

ITENS DA PESQUISA	OPÇÕES
01. Gasto tempo identificando alvos de longo alcance para mim mesmo(a).	(1) I (2) I (3) I (4)
02. Eu consigo controlar os meus pensamentos de me distrair da tarefa em que estou envolvido.	(1) I (2) I (3) I (4)
03. Sinto-me responsável por fazer as coisas acontecerem.	(1) I (2) I (3) I (4)
04. Se necessário, eu consigo concentrar numa atividade por um longo tempo.	(1) I (2) I (3) I (4)
05. Sinto-me impelido(a) a ser simulado(a) pelas circunstâncias.	(1) I (2) I (3) I (4)
06. Eu consigo resolver sempre os problemas difíceis se eu tentar bastante.	(1) I (2) I (3) I (4)
07. Meus problemas atuais são causados pelas escolhas erradas que fiz no passado.	(1) I (2) I (3) I (4)
08. Se alguém se opuser, eu posso encontrar os meios e as formas de alcançar o que eu quero.	(1) I (2) I (3) I (4)
09. Agrada-me saber que os outros sempre cuidam de mim.	(1) I (2) I (3) I (4)
10. É fácil para mim, agarrar-me às minhas intenções e atingir os meus objetivos.	(1) I (2) I (3) I (4)
11. O comportamento das outras pessoas limita minha eficiência.	(1) I (2) I (3) I (4)
12. Eu estou confiante que poderia lidar, eficientemente, com acontecimentos inesperados.	(1) I (2) I (3) I (4)
13. Centralizo meu esforço em coisas que posso controlar.	(1) I (2) I (3) I (4)
14. Se algo me distrair de uma atividade, eu não tenho nenhum problema em voltar rapidamente ao assunto.	(1) I (2) I (3) I (4)
15. Há inúmeras oportunidades me esperando.	(1) I (2) I (3) I (4)
16. Graças ao meu desembaraço, eu sei como lidar com situações imprevistas.	(1) I (2) I (3) I (4)
17. Sinto-me pressionado(a) pelas outras pessoas.	(1) I (2) I (3) I (4)
18. Eu mantenho-me focado nos meus objetivos e não permito que nada me distraia deles.	(1) I (2) I (3) I (4)
19. Sou impulsionado(a) ou movido(a) por um senso de propósitos.	(1) I (2) I (3) I (4)
20. Se algo me altera emocionalmente, eu consigo acalmar-me de forma a continuar logo com a atividade.	(1) I (2) I (3) I (4)

Legenda: (1) - não verdadeiro; (2) - pouco verdadeiro ; (3) - moderadamente verdadeiro ; (4) - totalmente verdadeiro.

APÊNDICE I - EVOLUÇÃO DA MATURIDADE DO ESTUDANTE
(**continuação**)

ITENS DA PESQUISA	OPÇÕES
21. Frequentemente, sinto que estou sendo programado ao invés de me programar.	(1) | (2) | (3) | (4)
22. Eu posso resolver a maioria de problemas se eu investir o esforço necessário.	(1) | (2) | (3) | (4)
23. Se uma atividade requer uma atitude orientada para o problema, eu consigo controlar os meus sentimentos .	(1) | (2) | (3) | (4)
24. Posso escolher minhas próprias ações.	(1) | (2) | (3) | (4)
25. Eu tenho um conjunto de pensamentos e sentimentos que impedem a minha capacidade de trabalhar concentrado.	(1) | (2) | (3) | (4)
26. Geralmente espero que algo aconteça antes que eu tome a iniciativa por mim mesmo(a).	(1) | (2) | (3) | (4)
27. É difícil para mim eliminar pensamentos que interfiram com o que preciso de fazer.	(1) | (2) | (3) | (4)
28. Posso manter-me calmo ao enfrentar dificuldades, pois confio em minhas capacidades.	(1) | (2) | (3) | (4)
29. Sinto-me responsável pela minha própria vida.	(1) | (2) | (3) | (4)
30. Quando eu sou confrontado com um problema, geralmente eu consigo encontrar diversas soluções.	(1) | (2) | (3) | (4)
31. Depois de uma interrupção, eu não tenho nenhum problema em continuar concentrado no meu trabalho.	(1) | (2) | (3) | (4)
32. Se eu estiver com problemas, geralmente consigo pensar em algo para fazer.	(1) | (2) | (3) | (4)
33. Sinto-me impelido(a) por meus valores pessoais.	(1) | (2) | (3) | (4)
34. Quando estou preocupado com alguma coisa, não consigo concentrar numa atividade.	(1) | (2) | (3) | (4)
35. Quando tenho um problema pela frente, geralmente ocorrem-me várias formas para resolvê-lo.	(1) | (2) | (3) | (4)

Legenda: (1) - não verdadeiro; (2) - pouco verdadeiro ; (3) - moderadamente verdadeiro ; (4) - totalmente verdadeiro.

Equipe de Coordenação.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo