

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA**

EDSON PEREIRA CARDOSO

**PROJETOS DE APRENDIZAGEM MEDIADOS POR AMBIENTES
VIRTUAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**VITÓRIA
2007**

EDSON PEREIRA CARDOSO

**PROJETOS DE APRENDIZAGEM MEDIADOS POR AMBIENTES
VIRTUAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA ELÉTRICA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

Orientador:

Prof. Dr. Crediné Silva de Menezes

Co-orientadores:

Prof. Dr. Hugo Enrique Hernandez Figueroa
e

Prof. Dr. Marcelo E. Vieira Segatto

**VITÓRIA
2007**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C268p Cardoso, Edson Pereira, 1950-
Projetos de aprendizagem mediados por ambientes virtuais no ensino de engenharia elétrica / Edson Pereira Cardoso. – 2007.
175 f. : il.

Orientador: Crediné Silva de Menezes.
Co-Orientadores: Marcelo E. Vieira Segatto, Hugo Enriques H. Figueroa.
Tese (doutorado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Aprendizagem - Projetos. 2. Ensino auxiliado por computador. 3. Tecnologia da informação. 4. Comunicação na tecnologia. 5. Engenharia elétrica - Estudo e ensino I. Menezes, Crediné Silva de. II. Segatto, Marcelo E. Vieira. III. Figueroa, Hugo Enriques H. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. V. Título.

CDU: 621.3

EDSON PEREIRA CARDOSO

**PROJETOS DE APRENDIZAGEM MEDIADOS POR AMBIENTES
VIRTUAIS NO ENSINO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

Tese submetida ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisição parcial para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Elétrica - Automação.

Aprovada em 28 de setembro de 2007.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Crediné Silva de Menezes (Orientador)
PPGEE – UFES

Prof. Dr. Hugo Enrique Hernandez Figueroa (Co-Orientador)
UNICAMP

Prof. Dr. Marcelo Eduardo Vieira Segatto (Co-Orientador)
PPGEE – UFES

Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Junior
PPGI – UFAM

Prof. Dr. Davidson Cury
PPGI – UFES

Prof. Dr. Orivaldo de Lira Tavares
PPGI – UFES

Prof. Dr. Sávio Silveira de Queiroz
PPGPSI – UFES

À

Bia e Eliza

AGRADECIMENTOS

Aos alunos e alunas do curso de Engenharia Elétrica da UFES que participaram e viabilizaram este trabalho

Aos Professores Doutores Hugo Enrique Fernandes Figueroa e Marcelo E. Vieira Segatto pelas orientações e pelo apoio

Ao Professor Doutor Crediné Silva de Menezes pela competência, pela insistência e pelo estímulo sem os quais este trabalho não seria realizado

Ao Professor Doutor Mario Sarcinelli Filho

RESUMO

As experiências relacionadas à metodologia de projetos de aprendizagem têm sua origem nas formulações de John Dewey no início do século XX. A concepção de projeto de aprendizagem defendida nesta pesquisa alia às formulações de Dewey as propostas da professora Lea Fagundes. Esta metodologia tem o aluno como responsável pela sua aprendizagem e reflete os conceitos construtivistas de Piaget. A integração e a construção de conhecimento via projetos é facilitada com o uso dos ambientes virtuais para apoio à aprendizagem que são softwares que permitem interações síncronas ou assíncronas além de possibilitar o registro de todo o caminho percorrido pelo estudante e de todas as atividades de uma disciplina. A partir de dados coletados, no período de 2003 a 2007, em atividades escolares de disciplinas do terceiro período letivo do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo pretende-se analisar (a) em que medida os ambientes virtuais de aprendizagem e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação acrescentam na formação do estudante de engenharia, em relação às práticas pedagógicas presenciais e (b) em que medida os projetos de aprendizagem contribuem para o enfrentamento dos problemas que temos, hoje, no ensino de engenharia elétrica

ABSTRACT

The experiences related to the methodology of learning projects have its origin in the formularizations of John Dewey in the beginning of century XX. The conception of project of learning defended in this research unites with the formularizations of Dewey the proposals of the teacher Lea Fagundes. This methodology has the pupil as responsible for its learning and reflects the concepts constructivism of Piaget. The integration and the construction of knowledge saw projects are facilitated with the use of the virtual environments for support to the learning that are software that they allow synchronous interactions or asynchronous besides making possible the register of all the way covered for the student and all the activities of one disciplines. From collected data, in the period of 2003 the 2007, in pertaining to school activities of you discipline of the third period of learning period of the course of Electric Engineering of the Federal University of the Espirito Santo is intended to analyze (a) where measured virtual environments of learning and the appropriation of the information technologies and communication they add in the formation of the engineering student, in actual relation to practical pedagogical the and (b) where measured the learning projects they contribute for the confrontation of the problems that we have, today, in the education of electric engineering

Keyword: project learning, virtual environment of learning, electric engineering, information technologies and communication

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Laboratório integrado de ensino e aprendizagem do College of Engineering and Applied Science at the Colorado, Boulder, USA.....	34
Figura 2	As ênfases de uma concepção de um PA em engenharia.....	49
Figura 3	A rede de sustentação de um PA em engenharia.....	50
Figura 4	O projeto levitação em seu experimento final.....	62
Figura 5	Uma vista do trimotor.....	65
Figura 6	Vista do motor de passo construído.....	72
Figura 7	O protótipo construído do projeto Motor Linear.....	75
Figura 8	O gaussímetro desenvolvido pelo projeto.....	79
Figura 9	Tela inicial do ambiente Mimerdesk.....	85
Figura 10	Tela do mimerdesk mostrando a página dos projetos.....	86
Figura 11	A página inicial do msn groups.....	87
Figura 12	A página inicial do ambiente Moodle.....	87
Figura 13	O ambiente Moodle em Eletromagnetismo 1.....	88
Figura 14	O site do projeto Gaussímetro, da turma 2007/1.....	97
Figura 15	A página do diário do projeto Gaussímetro.....	98
Figura 16	O acervo de toda a documentação da disciplina Eletromagnetismo..	99
Figura 17	Árvore de coesão para o questionário aplicado no início do semestre	103
Figura 18	Árvore de coesão do questionário aplicado no final do semestre.....	104
Figura 19	Mapa das correlações de coesão no final do semestre.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Categorias, indicadores e status do projeto Freio Magnético.....	58
Quadro 2	Categorias, indicadores e status do projeto Levitação Magnética.....	62
Quadro 3	Categorias, indicadores e status do projeto Trimotor.....	66
Quadro 4	Categorias, indicadores e status do projeto Trans /distr energia.....	70
Quadro 5	Categorias, indicadores e status do projeto motor de passo.....	74
Quadro 6	Categorias, indicadores e status do projeto motor linear.....	76
Quadro 7	Categorias, indicadores e status do projeto Gaussímetro.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	A aprendizagem por projetos e o ensino por projetos.....	21
Tabela 2	As etapas do desenvolvimento do projeto	46
Tabela 3	As competências e habilidades do CNE nas abordagens por projetos e na abordagem tradicional.....	48
Tabela 4	As categorias e indicadores utilizados para as análises dos dados.....	52
Tabela 5	A distribuição de temas e grupos de projetos de 2003 a 2007.....	54
Tabela 6	Projetos do período 2006/2.....	55
Tabela 7	As avaliações e evoluções da atividade trabalho (turma 2006/2).....	80
Tabela 8	Os projetos, com seus respectivos endereços web, da turma 2007/1...	96

LISTA DE TELAS

Tela 1 - O esclarecimento de dúvidas, Trabalho 1, turma 2006/2.....	81
Tela 2 - Sobre a apresentação dos resultados, Trabalho 1, turma 2006/2.....	82
Tela 3 - Sobre as tecnologias computacionais, Trabalho 2, Turma 2006/2.....	82
Tela 4 - Conversa no msn com o aluno André Alexandre, turma 2006/2.....	89
Tela 5 - Mostra interações no ambiente msn groups, turma 2006/2.....	91
Tela 6 - A colaboração entre alunos, msn groups, turma 2006/2.....	92
Tela 7 - Relatório parcial do projeto de um grupo, mimerdesk,turma 2004/1..	93
Tela 8 - Diálogo sobre dúvidas no Trabalho 2, turma 2007/1, Moodle.....	95

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 O REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	18
2.1 Aprendizagem por projetos.....	18
2.1.1 Projeto de aprendizagem em engenharia.....	20
2.1.2 A metodologia de projeto e a epistemologia genética	22
2.2 A metodologia da pesquisa	24
2.2.1 As questões da pesquisa	26
2.2.2 Os objetivos da pesquisa.....	26
2.2.3 A metodologia utilizada.....	27
2.3 Experiências com enfoque construtivistas no ensino aprendizagem em engenharia.....	29
2.3.1 Projetos de trabalho.....	29
2.3.2 Aprendizagem baseada em problemas.....	30
2.3.3 Projetos baseados em problemas	30
2.3.4 Projeto de aprendizagem em engenharia.....	31
3 UMA REVISÃO SOBRE AS APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA	33
3.1 Cursos em estúdio, laboratórios vivos e livros eletrônicos.....	33
3.2 Libertando-se das restrições espaço-tempo	35
3.3 Assistentes inteligentes em ambientes de rede.....	36
3.4 Ambientes virtuais de aprendizagem	37
3.5 A telemática a serviço da aprendizagem.....	39
4 O PROJETO EM ENGENHARIA E A PEDAGOGIA DE PROJETOS.....	41
4.1 O projeto em engenharia.....	41
4.2 A Pedagogia de projeto.....	42
4.3 Uma concepção de projeto de aprendizagem em engenharia	44
5 PROJETOS DE APRENDIZAGEM: UM ESTUDO DE CASO EM ENGENHARIA ELÉTRICA	51
5.1 A disciplina Eletromagnetismo 1	52
5.2 Análise dos projetos	53
5.2.1 - O projeto Freio Magnético (EM1-2006/2)	55
5.2.2- Projeto Levitação Magnética (EM1-2006/2).....	59
5.2.3- Projeto Trimotor - Motor elétrico (EM1-2006/2).....	63
5.2.4- Projeto Transmissão e distribuição de energia elétrica (EM1-2006/2).....	66
5.2.5 Projeto Motor de passo (EM1- 2005/1)	71
5.2.6 Projeto Motor linear (EM1- 2005/1).....	74
5.2.7 Projeto Gaussímetro – EM1 / 2007_1.....	76
5.3 Análise dos trabalhos	79
6.1 Os ambientes virtuais utilizados	84
6.2 O uso do ambiente virtual de aprendizagem	88
6.3 Análises da relação das tecnologias com a aprendizagem.....	101
6.3.1 Os dados coletados	101
6.3.2 As conexões entre o uso das tecnologias e a aprendizagem.....	102
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
7.1 A avaliação.....	107
7.2 Contribuições do trabalho.....	108
7.3 A posição do professor	109

7.5 Trabalhos publicados.....	111
8. REFERÊNCIAS.....	112
ANEXOS	116
ANEXO A - Plano de curso da disciplina eletromagnetismo 1 - 2007 /1	117
ANEXO B - Avaliação da turma de eletromagnetismo 1, turma 2006/2	125
ANEXO C - Avaliação dos projetos do semestre 2005/1	127
ANEXO D - Avaliação e comentários sobre os Trabalhos 1 e 2 (EM1 – 2006/2) ..	129
ANEXO E - Trabalhos 1 e 2 do estudante Romenigue Oliveira Fernandes.....	136
ANEXO F - Questionários aplicados à turma de Eletromagnetismo 1.....	156

1 INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia elétrica tem se modificado, desde o século XX, com respeito às abordagens pedagógicas utilizadas nos cursos de graduação. A profissão de engenheiro, por outro lado, tem sido reconfigurada pelo mercado de trabalho apontando modificações no perfil deste profissional. Quais são os atributos culturais e técnicos de um engenheiro recém-formado em 2007? Ele trabalha em equipes multidisciplinares, ocupa funções de coordenação e convive numa empresa que tem um departamento de tecnologia da informação e comunicação em seu organograma. Ele deve ser um profissional capaz de continuar aprendendo, ser um sujeito analítico, reflexivo e crítico. A escola e os educadores não estão imunes a mudanças e deve estar em seus horizontes a adoção de abordagens pedagógicas que indiquem uma boa formação para este engenheiro de 2007. Existem boas abordagens concebidas por teóricos e educadores as quais, entretanto esbarram em possíveis dificuldades de implementação em função da baixa exploração dos recursos das tecnologias da informação e comunicação.

Este trabalho se propõe a dar uma contribuição em direção à melhoria do ensino – aprendizagem em engenharia elétrica. Como o bom uso das tecnologias pode auxiliar nesta direção? A partir deste questionamento caminhamos para a formulação de hipóteses de que o bom uso das tecnologias implica em mudanças nas abordagens pedagógicas que orientem as ações manifestas pelo docente. Optamos pela investigação dos diferenciais propiciados pela adoção da metodologia dos projetos de aprendizagem no contexto dos períodos letivos iniciais num curso de engenharia elétrica. Não se teve a pretensão de exaurir o tema e nem propor generalizações de largo alcance, mas consideramos os resultados obtidos durante a pesquisa suficientes para justificar o modelo proposto baseado em projetos apoiados pelas tecnologias da informação e comunicação.

Projeto de aprendizagem em engenharia elétrica e o gerenciamento pedagógico apoiado pelas tecnologias da informação e comunicação constituem os dois objetos básicos de investigação deste trabalho de pesquisa. O projeto como metodologia, vista a partir de uma visão construtivista centrada na cooperação, no interesse e na autonomia se constitui num processo de integração e construção do conhecimento facilitado pelo uso de ambientes virtuais de apoio à aprendizagem.

Esses ambientes são softwares que permitem interações síncronas ou assíncronas além de permitirem o registro de todo o caminho percorrido pelo estudante e de todas as atividades de uma disciplina. Facilitam a aprendizagem cooperativa onde num mesmo ambiente virtual todos participam das discussões, trocam informações e registram seus trabalhos durante o curso. Dão suporte à construção do conhecimento exercitando as competências e habilidades relacionadas à síntese, ao planejamento, à comunicação, ao trabalho em grupo e ao tratamento da informação para facilitar a tomada de decisão.

Esta pesquisa se realizou no período de 2003 a 2007 no Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) tendo como locus principal a disciplina de Eletromagnetismo 1 do curso de graduação em Engenharia Elétrica.

Contrapondo com:

- ✓ Ensino centrado na simples transmissão e recepção do conhecimento;
- ✓ Carência de uma convivência, desde o início do curso, com o mundo real da engenharia;
- ✓ Ensino referenciado na figura do professor e o aluno restrito a uma participação passiva no processo de aprendizagem;
- ✓ Formação deficiente quanto ao uso das tecnologias de informação e comunicação e
- ✓ Com enfoque metodológico centrado na análise em detrimento da síntese.

propõe-se uma investigação balizada em duas grandes questões:

- Quais as contribuições do uso de projetos de aprendizagem no ensino de engenharia elétrica?
- Como os ambientes virtuais podem facilitar e melhorar a aprendizagem em um curso de engenharia elétrica?

A partir destas questões pretende-se, via dados empíricos retirados dos experimentos, analisar (a) em que medida os ambientes virtuais de aprendizagem e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação acrescentam na formação do estudante de

engenharia, em relação às práticas pedagógicas presenciais e (b) em que medida os projetos de aprendizagem contribuem para o enfrentamento dos problemas que temos, hoje, no ensino de Engenharia Elétrica.

As análises qualitativas, baseadas na observação das interações e registros das atividades letivas, estão circunscritas aos diferenciais de aprendizagem a partir da introdução da metodologia de projetos e o uso de ambientes virtuais. Estas análises foram realizadas tendo como referências as categorias: autonomia, cooperação, meta cognição e alfabetização tecnológica que são variáveis qualitativamente observáveis sob a luz do referencial teórico utilizado. Os dados foram obtidos dos registros apresentados no ambiente virtual (nos fóruns e mensagens), e-mail, messenger e nos documentos entregues pelos alunos, tais como, relatórios de projetos e trabalhos.

No Capítulo 2 deste texto é desenvolvido o referencial teórico e metodológico da pesquisa. É explicitada neste capítulo a concepção de projeto de aprendizagem aplicada à engenharia tendo como referências teóricas a epistemologia genética de Jean Piaget e os conceitos sobre o interesse em John Dewey. Explicitamos neste capítulo as propostas metodológicas e as questões centrais da pesquisa.

No Capítulo 3 é feita uma revisão das aplicações das tecnologias no ensino em geral e suas ramificações na engenharia em particular. Destaque para as aplicações da telemática no ensino e aprendizagem nas áreas de formação tecnológica.

As experiências no ensino tecnológico com enfoque construtivista são relatadas no Capítulo 4. São analisados alguns textos / artigos publicados sobre projeto de trabalho, aprendizagem baseada em problemas, projeto baseado em problemas e projeto de aprendizagem.

Uma análise antropológica sobre projetos e a metodologia de projetos é apresentada no Capítulo 5. Neste capítulo apresentamos nossa concepção de projeto de aprendizagem aplicada a um curso de engenharia elétrica identificando suas vantagens e idiossincrasias.

Os dados coletados sobre os experimentos com projetos de aprendizagem são apresentados e analisados no Capítulo 6. Além dos projetos são analisadas as atividades denominadas de Trabalhos desenvolvidas na disciplina de Eletromagnetismo 1.

Os dados coletados e as análises sobre a aplicação das tecnologias de informação e comunicação na aprendizagem estão no Capítulo 7. Explicitamos neste capítulo as vinculações das tecnologias com a aprendizagem tendo como foco as interações e os processos cooperativos inerentes ao seu uso. Com o fim de detectarmos a correlação entre as TIC e a aprendizagem realizamos uma pesquisa, via questionário aplicado no início e fim do semestre letivo, com uma turma da disciplina Eletromagnetismo 1. Utilizamos o software CHIC (Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive) para as análises dos dados colhidos neste questionário.

Nos anexos apresentamos subsídios que consideramos necessários para a contextualização e em que ambientes foram realizados os experimentos realizados desta pesquisa. No Anexo A consta o plano de curso da disciplina Eletromagnetismo 1. As avaliações da turma 2006/2, dos projetos da turma 2005/1 e dos trabalhos da turma 2006/2 estão nos Anexos B, C e D respectivamente. No Anexo F consta o questionário e com seus resultados aplicados na turma 2007/1.

2 O REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

O referencial teórico centrado na abordagem cognitivista pressupõe uma nova relação professor – aluno. Caberá ao professor criar situações onde possam se estabelecer reciprocidade e cooperação de forma não hierárquica de modo que a aprendizagem não se restringe ao espaço e tempo da sala de aula. Ela ocorre em outros espaços que podem ser oferecidos pelos recursos da telemática. A convivência extra – aula permitida pelos ambientes virtuais de aprendizagem nos remete a novas formas de construção do conhecimento e amplia as bases das relações didático - pedagógicas. O estudante desenvolve novas formas de comunicação e cooperação ampliando aquelas já existentes no ambiente presencial. Projeto de aprendizagem aplicado ao ensino de engenharia e ancorado pelo uso da telemática em nossa concepção, tem fortes laços com o início da formação na iniciação científica.

As experiências relacionadas à metodologia de projetos têm sua origem nas formulações de John Dewey e Willian Head Kilpatrick no início do século XX. Kilpatrick define projeto (purposeful act) no contexto de uma ação planejada e de metas propostas pela motivação interior do estudante [Kilpatrick, 1918]. É o desenvolvimento do pensamento baseado na experimentação. É a escola em harmonia com o real. Esta metodologia tem o aluno como responsável pela sua aprendizagem e reflete os conceitos construtivistas de Piaget e Vygotsky. Será objeto deste trabalho discutir a convivência da epistemologia piagetiana com as metodologias de projetos propostas por Dewey e Lea Fagundes. A metodologia de projetos pressupõe o interesse revelado pelo estudante no objeto a ser investigado e a escolha do tema é realizada por ele (ou grupo de estudantes) baseada em sua motivação e interesse.

2.1 Aprendizagem por projetos

A metodologia de aprendizagem por projetos incorpora o conceito piagetiano de que:

"... na vida social, como na vida individual, o pensamento procede da ação e uma sociedade é essencialmente um sistema de atividades, cujas interações elementares consistem, no sentido próprio, em ações se modificando umas às outras, segundo certas leis de organização ou equilíbrio: ações técnicas de fabricação e de utilização, ações econômicas de produção e de repartição, ações morais e jurídicas de colaboração ou de coação e opressão, ações intelectuais de comunicação, de pesquisa em comum, ou de crítica mútua, brevemente de construção coletiva e de correspondência das operações. É da análise dessas interações no comportamento mesmo que procede então a explicação das representações coletivas, ou interações modificando a consciência dos indivíduos" (PIAGET, 1972b, p.34).

A aprendizagem por projetos tem como um dos pressupostos o fato de que o estudante precisa estar interessado em resolver um problema real para que se engaje na busca e processamento de informação. O interesse em Dewey é a ansiedade pelas futuras conseqüências, é a força que faz mover os objetos percebidos ou representados na imaginação em alguma experiência. Ter interesse significa que a pessoa se identificou com os objetos que determinam a atividade e que forneçam os meios e originam os obstáculos para a sua realização (DEWEY, 1959). Para Piaget

Toda inteligência é uma adaptação; toda adaptação comporta uma assimilação das coisas do espírito, como também o processo complementar de acomodação. Logo, qualquer trabalho de inteligência repousa num interesse. O interesse não é outra coisa, com efeito, senão o aspecto dinâmico da assimilação. Como foi mostrado profundamente por Dewey, o interesse verdadeiro surge quando o eu se identifica com uma idéia ou um objeto, quando encontra neles um meio de expressão e eles se tornam um alimento necessário à sua atividade. (PIAGET, 1972b, p. 160).

Dewey foi um dos precursores (juntamente com Pestalozzi, Montessori, Decroly e Claparède entre outros) das formulações do movimento denominado Escola Nova ou Escola Ativa em meados do século XX. Ao contrário do que propunha a escola tradicional, em que a aprendizagem estaria em primeiro lugar, e a ação viria depois, a nova formulação afirmava que uma necessidade ou motivo leva o indivíduo a agir e na medida dessa atividade própria é que faz aprender. Abandonavam a escola do “dar a lição e tomar a lição” para uma escola em que os alunos são levados a aprender observando, pesquisando, perguntando, trabalhando, construindo, pensando e resolvendo situações problemáticas (LOURENÇO FILHO, 2002). Lourenço Filho, no Brasil, foi um dos defensores dos projetos como procedimento de aprendizagem, como formulado por Dewey. Nesta formulação o projeto, que é proposto pelo aluno, implica em ensino globalizado (a interdisciplinaridade) e conduz ao trabalho em comunidade. Tem como princípios:

- a) o pensamento se origina de uma situação problemática (o pensamento não se forma isolado da ação);
- b) a experiência real anterior (diante de um problema a resolver, sem qualquer experiência real anterior, será inútil pensar);
- c) o princípio da prova final (a validação) e

d) o princípio da eficácia social (será preciso aprender a agir em comunidade, a nos sentirmos cada qual membro de um grupo, ou de muitos grupos, com eles cooperando).

Assim como Lourenço Filho, que em sua época trabalhou com a metodologia de projetos na Escola Experimental Rio Branco, em São Paulo, a Professora Lea Fagundes, mais recentemente, vivenciou uma metodologia semelhante, mediada pelas tecnologias da informação e comunicação, na rede pública de ensino de Porta Alegre.

Cada aluno explorava melhor os conteúdos no seu tempo, segundo seu ritmo; e podia ser atendido em suas necessidades, que apareceram com maior clareza. Mas, ao mesmo tempo, se conectava com outros alunos e professores, com quem tinha interesses e necessidades afins, em outros espaços e tempos diferentes – de modo síncrono, ou assíncrono. Essas trocas entre parceiros proporcionam uma constante atividade operatória de construção e reflexão (FAGUNDES, 1999, p.19).

A escola por muito tempo desconsiderou as iniciativas com projetos em suas práticas pedagógicas, apesar de as propostas de Dewey e o movimento escolanovista aparecerem no início do século XX. Os fundamentos científicos do projeto em engenharia, o projeto como metodologia centrada no interesse e na motivação circunscrito à epistemologia genética nos dará o norte para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.1.1 Projeto de aprendizagem em engenharia

Um projeto de aprendizagem parte de perguntas, dúvidas, certezas e incertezas. Com as perguntas: o que queremos, porque, para que, como e quando fazer, desenvolvemos um projeto ou um plano de ação. De quem são então as dúvidas que gera um projeto? Quem estará interessado em buscar as respostas? Deve ser o próprio estudante ajudado pelo professor. Ao professor cabe orientar a escolha dos temas a serem investigados e estabelecer as relações destes temas com os conteúdos a serem desenvolvidos. A relação aluno-professor não se desenvolve sob uma hierarquia, mas num ambiente de cooperação. O projeto é definido por argumentação e consenso no grupo e há uma negociação entre o professor e o grupo de modo que o tema escolhido esteja no contexto do curso e seja viável.

Escolhido o tema, o grupo faz um plano de trabalho com os eixos: o que fazer? (o tema, o problema e os objetivos), fazer a partir de que? (inventário do conhecimento ou estado da arte), como fazer? (a busca das fontes sobre o tema e a experimentação de várias soluções) e quando fazer? (cronograma). A partir deste plano empreende-se a ação e o desenvolvimento da solução proposta a ser verificada de forma científica.

Os temas dos projetos são escolhidos pelos alunos e não induzidos pelo professor. A cultura da aprendizagem por projetos é diferente da cultura de ensino por projetos.

Apresentamos na Tabela 1 as diferenças destas duas propostas.

Aprendizagem por projetos e ensino por projetos		
	Ensino por projeto	Aprendizagem por projetos
Quem escolhe o tema?	Professores, coordenação pedagógica	Alunos e professores individual, ao mesmo tempo, em cooperação
Qual é o contexto?	Arbitrado por critérios externos e formais	Realidade da vida dos alunos
A quem satisfaz?	Arbitrio da seqüência de conteúdos do currículo	Curiosidade, desejo, vontade do aprendiz
Como são tomadas as decisões?	Hierárquicas	Heterárquicas
Como são definidas as regras, direções e atividades?	Impostas pelo sistema cumpre determinações sem optar	Definidas pelo grupo, consenso de alunos e professores
Qual o paradigma?	Transmissão do conhecimento	Construção do conhecimento
Qual o papel do professor?	Agente	Problematizador / orientador
Qual o papel do aluno?	Receptivo	Agente

Tabela 1 - A aprendizagem por projetos e o ensino por projetos (Basso, p. 76, 2003)

As denominadas duas culturas de projetos têm em suas bases abordagens pedagógicas divergentes: uma, a tradicional e a outra, cognitivista ou construtivista. Uma enfatiza a eficiência fornecida pela programação, pelo diretivismo e decisões tomadas *para* o aluno. A outra vê no conhecimento uma elaboração contínua no interior de um processo progressivo de adaptação entre o ser humano e o meio. Nesta abordagem as decisões são tomadas *com* os alunos num ambiente de cooperação onde a “democratização das relações” substitui as convivências escolares hierárquicas (MIZUKAMI, 1986).

A execução de um projeto compreende a modelagem e a análise dos resultados que validam a proposta contida nos objetivos. No caso dos projetos com protótipos, comuns

em Engenharia Elétrica, a análise dos testes práticos (medidas) em laboratório permitirão avaliar os resultados esperados no projeto. A síntese virá por meio de um relatório e a apresentação será realizada com a presença dos professores e colegas da turma. No desenvolvimento das atividades do projeto os alunos, além dos conteúdos, adquirem habilidades como trabalho em grupo, comunicação oral e escrita, procedimentos práticos em laboratório e têm uma visão do conhecimento construído como um todo e não segmentado como é desenvolvido em disciplinas do curso. A abordagem pedagógica dos projetos tem suas bases nas propostas construtivistas aplicadas à aprendizagem. Devemos, então, analisar qual a correlação desta abordagem com a epistemologia genética.

2.1.2 A metodologia de projeto e a epistemologia genética

A epistemologia genética, desenvolvida por Piaget, caracteriza o desenvolvimento cognitivo do ser humano, do bebê até a fase adulta, em quatro períodos de desenvolvimento e suas funções:

- (i) período sensório-motor (antes do aparecimento da linguagem);
- (ii) período pré-operatório [1,5 – 2 a 6 – 7 anos] (pensamento ilustrado e intuitivo; início da socialização);
- (iii) período das operações concretas [7 -8 aos 11 – 12 anos] (conceitos de medidas, perspectiva; início da cooperação) e
- (iv) período das operações formais [11 -12 a 14 – 15 anos] (pensamento hipotético dedutivo)

No período das operações concretas surgem a capacidade da reversibilidade e as estruturas cognitivas responsáveis pelas ações de classificação, seriação e correspondência. O período das operações formais é essencialmente hipotético dedutivo. Neste estágio surge a lógica das proposições e o sujeito é levado a propor seus problemas e criar seus métodos pessoais. É a chamada lógica de todas as combinações possíveis (Loder, 2001, p.22).

Os estudantes de engenharia iniciam o curso como adolescentes e terminam, após cinco anos, como adultos. Portanto encontram-se na fase de transição entre o pensamento adolescente e o pensamento adulto. Segundo Piaget o período de 15 a 20 anos pode ser

caracterizado por um avanço estrutural na direção da especialização profissional. É o período da iniciação do pensamento científico e a lógica do adolescente constitui a essência da lógica dos adultos.

“(…) podemos ver que a lógica do adolescente é um sistema complexo, porém coerente, que é relativamente diferente da lógica da criança, e constitui a essência da lógica dos adultos cultos e ainda proporciona a base para as formas elementares de pensamento científico” (PIAGET, 1972a).

O adolescente constrói teorias e é capaz de fazer reflexões que lhe permite fugir do concreto atual na direção do abstrato e do possível.

O adolescente (...) reflete sobre seu pensamento e constrói teorias. O fato de que sejam limitadas, inadequadas e, principalmente, pouco originais não tem importância; do ponto de vista funcional, tais sistemas apresentam a significação essencial de permitir ao adolescente sua integração moral e intelectual na sociedade dos adultos, e isso sem mencionar seu programa de vida e seus projetos de reforma (PIAGET, 1976, p. 253).

E como o adolescente reflete sobre seu pensamento, constrói teorias e conhecimento? A base da teoria piagetiana para explicar a construção de conhecimento é a teoria da equilíbrio. Este processo corresponde a uma sucessão de estados de equilíbrio em que um determinado estado conduz a outros, qualitativamente distintos, passando por uma série de desequilíbrios e reequilibrações. (NEVADO, 2001, Cap. II - p. 2).

Neste contexto dois processos são fundamentais: a assimilação e acomodação. Segundo Fagundes:

Para que um novo conhecimento possa ser construído, ou para que o conhecimento anterior seja melhorado, expandido, aprofundado, é preciso que um processo de regulação comece a compensar as diferenças, ou as insuficiências do sistema assimilador. Ora, se o sistema assimilador está perturbado é porque a certeza “balançou”. Houve desequilíbrio. O processo de regulação se destina a restaurar o equilíbrio, mas não o anterior. Na verdade, trata-se sempre de novo equilíbrio, pois o conhecimento melhora e aumenta. E, justamente é novo, porque é um equilíbrio que resultou da assimilação de uma novidade e, portanto, da ampliação do processo de assimilação do sujeito, que se torna mais competente para assimilar outros novos objetos e resolver outros novos problemas. (FAGUNDES, 1999, p.23)

Piaget contrapõe-se ao empirismo, que nega a ação do sujeito, e ao inatismo, que enfatiza o conhecimento prévio, e constrói uma teoria que nem o sujeito nem o meio têm a primazia no processo de construção do conhecimento. A fonte do conhecimento está na interação entre o sujeito e o meio.

Na visão pragmática de Dewey a escola deve ser o lugar onde haja vida real. Esta visão tangencia alguns elementos comportamentalistas e empiristas quando formula sua

proposta sobre a aprendizagem. Para Kilpatrick, aprendemos quando praticamos e formos bem sucedidos. O desejo ensina.

A segunda regra da aprendizagem é que não aprendemos tudo que praticamos. Só aprendemos o que é bem sucedido. Digamos mais exatamente: ao tentarmos atingir uma meta desejada, se alguns dos nossos esforços forem bem sucedidos e outros não, aprendemos a fazer os primeiros e não fazer os que falharam. (KILPATRICK, p.69, 1978).

Esta afirmação se contradiz com as propostas construtivistas de que o êxito da aprendizagem deve enfatizar mais os processos cognitivos do que os produtos. Esta divergência com a epistemologia genética (aprendemos com os erros) não exclui a incorporação, em nossa abordagem sobre projetos de aprendizagem, os conceitos sobre o interesse e a metodologia de projetos em Dewey. Deve-se ainda enfatizar que os conceitos piagetianos sobre a construção do conhecimento na ação e a cooperação são conceitos definitivamente presentes na concepção de projeto de aprendizagem a ser desenvolvido neste trabalho.

2.2 A metodologia da pesquisa

Os desafios atuais na formação de engenheiros apontam para além do acúmulo de conteúdos e do mero conhecimento técnico. O grande debate em curso refere-se às novas exigências para a profissão de engenheiro diante das novas demandas sociais e tecnológicas do mundo moderno (Almeida, 2003). Dentre os problemas que visualizamos no ensino de engenharia atual podemos citar:

- ✓ Ensino centrado na simples transmissão e recepção do conhecimento;
- ✓ O aluno de um curso de engenharia tem carência de uma convivência, desde o início do curso, com o mundo real da engenharia (Oliveira, 2005);
- ✓ Ensino referenciado na figura do professor. O aluno restrito a uma participação passiva no processo de aprendizagem;
- ✓ Formação deficiente quanto ao uso das tecnologias de informação e comunicação;
- ✓ De modo geral os cursos de engenharia têm um enfoque metodológico centrado na análise em detrimento da síntese.

Esses problemas e deficiências no ensino de engenharia estão permanentemente em discussão na ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia) e na literatura específica, tais como Linsigen (1999), Teixeira (2004) e Prados (1998).

Como deliberações subseqüentes a este debate podemos citar as recentes deliberações da ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) nos EUA (BERMEJO, 2005) e no Brasil a Resolução n.11, do Conselho Nacional da Educação, de 11/11/2002. Esta resolução refere-se às Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Consta desta Resolução, em seu Artigo 4º (CNE, 2002):

A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- 1 - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- 2 - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- 3 - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- 4 - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- 5 - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- 6 - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- 7 - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- 8 - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- 9 - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- 10 - atuar em equipes multidisciplinares
- 11 - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- 12 - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- 13 - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- 14 - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Ainda no Artigo 5º desta resolução consta que “Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes” (CNE, 2002).

E “deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação” (CNE, 2002).

Destacamos os itens 2, 3, 4, 5, 9, 10 e 14 do Artigo 4º, além das recomendações do Artigo 5º. Questões como projeto, planejamento, resolução de problemas reais de engenharia, comunicação, atuação em grupo, a síntese e a integração de conhecimentos formam um esboço de competências e habilidades fundamentais na discussão do novo perfil que desejamos para o profissional em engenharia.

2.2.1 As questões da pesquisa

A proposta de pesquisa que estamos desenvolvendo é centrada em duas grandes questões de investigação:

- a) Quais as contribuições do uso de projetos de aprendizagem no ensino de engenharia elétrica?
- b) Como os ambientes virtuais podem facilitar e melhorar a aprendizagem em um curso de engenharia elétrica?

E como sub-questões:

- a) Em que medida os ambientes virtuais de aprendizagem e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação acrescentam na formação do estudante de engenharia, em relação às práticas pedagógicas presenciais?
- b) Em que medida os projetos de aprendizagem contribuem para o enfrentamento dos problemas que temos hoje no ensino de engenharia elétrica?
- c) Que categorias e indicadores são relevantes durante as atividades desenvolvidas pelos estudantes nos experimentos previstos neste trabalho?

2.2.2 Os objetivos da pesquisa

Com o foco nas questões de investigação, citadas anteriormente, pretendemos explicitar as evidências sobre as implicações do uso da metodologia de projetos de aprendizagem, mediados por ambientes virtuais, na melhoria do ensino de engenharia. Os objetivos a serem alcançados neste trabalho são os seguintes:

- Mostrar que a metodologia de projetos de aprendizagem, aplicada ao ensino de engenharia, corresponde a um recurso didático - pedagógico propício à aquisição de competências e habilidades fundamentais na formação do estudante de engenharia.
- Mostrar que o uso da telemática no ensino de engenharia modifica as formas de aprender, reforçando o papel do aluno como autor de sua aprendizagem.
- Justificar o uso dos ambientes virtuais de aprendizagem no gerenciamento pedagógico de um curso identificando suas vantagens em contraposição com ações pedagógicas puramente presenciais.

2.2.3 A metodologia utilizada

Este trabalho tem como ambiente de pesquisa o cotidiano das relações escolares entre estudantes e docentes durante o processo de aprendizagem num curso de engenharia elétrica. A partir de nossas hipóteses relacionadas à melhoria da aprendizagem quando do uso de projetos de aprendizagem mediados pelas tecnologias delineamos nossos procedimentos metodológicos. São procedimentos baseados na experimentação.

Segundo Kaplan, “A experimentação é, em princípio, um processo de observação levada a efeito em situação especialmente criada com essa finalidade” (Kaplan. P.149). Em nosso caso as experiências resultam de observações ativas, pois há uma intervenção do professor / pesquisador quando da mediação no processo de aprendizagem. Há uma interação permanente entre o pesquisador e o objeto da pesquisa. A observação fornecerá os dados que servirão às análises posteriores.

Sem perder de vista a complexidade de uma pesquisa que trata de ensino e aprendizagem pensaremos o método como um guia geral que esclarece e encaminha as idéias (CARDOSO, 1976). A metodologia adotada nesta pesquisa segue os caminhos propostos por Fourastié e se apresenta em três fases (apud HÜHNE, p.158):

- a) a exploração do real;
- b) a elaboração da hipótese;
- c) o controle e exploração da hipótese.

A exploração do real corresponde às investigações organizadas, controladas e confrontadas no interior dos experimentos definidos pela pesquisa. As hipóteses serão válidas cientificamente se puderem ser confirmadas num confronto com a realidade e o controle consistirá em utilizar novas observações e experiências de forma a se adequarem às hipóteses formuladas.

Podemos explicitar a metodologia, neste trabalho, em:

- ✓ Coleta de dados em ambientes virtuais via interações, documentos e avaliações. Estes dados foram obtidos no período de três anos (de 2003 a 2007) em disciplinas do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
- ✓ Nas estratégias de verificação serão utilizados grupos experimentais onde se permitirão as coletas de dados, antes e após a intervenção, com objetivo de investigar a o que se pretende nesta pesquisa (LAVILLE, 1999). Dentre as fontes de coletas de dados utilizaremos as pesquisas de opinião através de questionários e entrevistas junto aos alunos e professores. Utilizaremos o software CHIC (Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive) para as análises dos dados resultantes dos questionários.
- ✓ Acompanhamento dos projetos de aprendizagem, desde as discussões para escolha do tema até o relatório final. Teremos a preocupação em identificar a importância da tecnologia no desenvolvimento desta atividade.
- ✓ A análise dos dados se dará, a partir da evolução dos estudantes durante as atividades de aprendizagem. Categorias como autonomia, cooperação, meta cognição e alfabetização tecnológica são variáveis qualitativamente observáveis sob a luz do referencial teórico utilizado (a epistemologia genética).

As análises qualitativas, baseadas na observação das interações e registros das atividades letivas, estão circunscritas aos diferenciais de aprendizagem a partir da introdução da metodologia de projetos e o uso de ambientes virtuais. As categorias acima definidas darão o norte para as nossas análises. Os dados serão obtidos dos registros apresentados no ambiente virtual: nos fóruns, mensagens, e-mails, messenger e nos documentos entregues pelos alunos, tais como projetos, relatórios finais de projetos e trabalhos.

2.3 Experiências com enfoque construtivistas no ensino aprendizagem em engenharia

Hoje se tem uma conscientização de que o aprender não ocorre por transmissão do conhecimento e sim pela sua construção. É o aprender a fazer para entender como as coisas funcionam e não apenas ler como foi feito. Não convence mais ficar resolvendo longas listas de exercício para “treinar” a resolver equações. Existem coisas mais atraentes, onde podemos entrar em ação, mesmo que no virtual. É melhor abandonar o “treino” e construir o novo. Projetos, interdisciplinaridade, o aprender fazendo e a utilização das novas tecnologias da comunicação e informação são elementos vitais para uma nova escola de engenharia. Os novos paradigmas na educação em engenharia levam em consideração características como: a aprendizagem baseada em projetos, integração vertical e horizontal de conteúdos disciplinares; conceitos matemáticos e científicos no contexto da aplicação e ampla utilização das TIC (PRADOS, 1998). As competências e habilidades tais como: identificar, conceber, projetar e avaliar sistemas, produtos e processos serão desenvolvidos pelos egressos de engenharia quando estes agirem com autonomia, com capacidade de trabalhar em grupo e com capacidade de auto-aprendizagem.

Das várias propostas metodológicas que ajudam o desenvolvimento da autonomia, da cooperação e da interdisciplinaridade, dentre outros atributos acima citados, escolhemos quatro que são utilizadas e apresentadas na literatura. As experiências com (i) projeto de trabalho, (ii) aprendizagem baseada em problemas, (iii) pedagogia de situações-problema e (iv) projeto de aprendizagem têm em comum a abordagem pedagógica onde a construção do conhecimento é realizada pelo aluno mais do que pela transmissão dos conhecimentos do professor.

2.3.1 Projetos de trabalho

No projeto de trabalho o tema ou problema é definido por argumentação e consenso no grupo. Há uma negociação entre o professor e o grupo de modo que o tema escolhido esteja no contexto do curso e seja viável. Há um tema central para a turma de alunos. Para Hernandez a função do professor é mostrar ao grupo ou fazê-lo descobrir a viabilidade e o que se pode aprender com projeto. Daí a importância da escolha do tema.

O critério de escolha de um tema pela turma não se baseia num “porque gostamos”, e sim em relação com os trabalhos e temas precedentes, porque permite estabelecer novas formas de conexão com a informação e a elaboração de hipóteses de trabalho, que guiem a organização da ação. (HERNANDEZ, p.68)

O projeto consta de três etapas: a problematização (escolha do tema e as questões da propostas), desenvolvimento e conclusões com síntese (relatório final).

Algumas experiências com projetos de trabalho são relatadas por Flemming, no ensino de matemática no curso de Engenharia Civil (FLEMMING, 2001); por Amaral na rede municipal de Belo Horizonte (AMARAL, 2000) e por Barbosa no Curso de Eletrônica do Colégio Técnico/UFMG (Coltec) (BARBOSA, 2004).

2.3.2 Aprendizagem baseada em problemas

A aprendizagem baseada em problemas ou PBL (Problem Based Learning) tem pressupostos construtivistas e apresenta também ações induzidas pelo professor. Ribeiro descreve e analisa a utilização da PBL na escola de arquitetura da Faculdade de Engenharia da Universidade de Newcastle, Austrália, e traz algumas reflexões sobre a viabilidade de utilização deste modelo no ensino de engenharia no Brasil.

(...) o objetivo desta metodologia não se reduz ao desenvolvimento de um processo eficaz e eficiente de solução de problemas, mas também inclui a aquisição de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas da vida real e a promoção de habilidades de trabalho em grupo e aprendizagem autônoma e atitudes tais como cooperação, ética, respeito pela opinião de outros etc. (RIBEIRO, 2004).

Oliveira relata uma aplicação deste método nas disciplinas de Introdução à Computação e Cálculo Numérico no Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Compreende a solução de problemas estruturados (problemas restritos, com soluções convergentes) e não estruturados (projetos) (OLIVEIRA, 2005). Marre apresenta aplicações e avaliação de PBL na escola de engenharia do INSA - Toulouse (Institut National des Sciences Appliquées) (MARRE, 2005). A autonomia, motivação, qualidade da aprendizagem e a iniciação de projetos são as características realçadas. Outras referências com PBL: Linge (2006), Teixeira (2004).

2.3.3 Projetos baseados em problemas

Schlemmer (2001) propõe a metodologia de projetos de aprendizagem baseado em problemas aplicada ao ensino superior. Corresponde a uma abordagem em que se aliam as propostas de Fagundes (projeto de aprendizagem) e de Hernandez (projeto de trabalho). Nela os problemas de investigação são definidos pelos estudantes de uma

turma através de dúvidas e certezas provisórias. O planejamento do projeto é desenvolvido de forma cooperativa e compreende: levantar as hipóteses; buscar / localizar / selecionar / recolher informações; definir / escolher / criar procedimentos para testar a relevância das informações escolhidas em relação aos problemas e às questões formuladas; avaliar a qualidade da própria produção (durante o processo) e organizar e comunicar o conhecimento construído através de apresentações sistemáticas (SCHLEMMER, 2001).

A abordagem relatada por Almeida corresponde ao que denominamos de pedagogia de situações-problema. Nela é proposto um modelo baseado em atuação, por parte dos alunos, como se fora uma investigação científica. Os alunos devem agir em equipe, e ao professor fica reservado o papel de “diretor de pesquisas”.

... trata-se de um modelo de organização de ensino em que o interesse do aluno é mobilizado por um enigma, de tal forma que isto o coloca em uma situação de construção de conhecimentos. Assim, é proposta aos alunos uma tarefa cuja estrutura permita que todos os participantes efetuem as operações mentais requisitadas. Nela, respeita-se o raciocínio de cada aluno, mas sem renunciar aos objetivos comuns de instrumentação intelectual. Os resultados obtidos são avaliados em termos de aquisição pessoal, e se procura desvinculá-los das condições de aprendizagem. Em outras palavras, é uma metodologia em que se aprende como compreender o mundo, construindo-se a si mesmo enquanto se constrói o seu saber. Enfim, o aluno se constrói autônomo. (ALMEIDA, p.27, 2003).

As experiências relatadas neste trabalho foram realizadas na disciplina de Laboratório de Sistemas Térmicos, do 5º ano do curso de Engenharia Mecânica.

2.3.4 Projeto de aprendizagem em engenharia

Nossa proposta de projetos de aprendizagem tem abordagem semelhante à proposta por Schlemmer, mas em nosso caso os estudantes, ou grupos de estudantes, têm a autonomia das escolhas dos temas ou problemas. É uma das diferenças que nossa abordagem tem em relação à PBL e projetos de trabalho. A motivação, o interesse, a cooperação e a autonomia são princípios relevantes e os conteúdos e métodos de investigação são discutidos com a ajuda dos professores. Esta abordagem corresponde à proposta desenvolvida por Lea Fagundes do Laboratório de Estudos Cognitivos da UFRGS. Para exemplificar nossa proposta de metodologia por projetos de aprendizagem vamos, resumidamente, relatar a concepção de um projeto realizado por um grupo de alunos que cursaram, em 2004, as disciplinas de Eletromagnetismo I e Circuitos Elétricos I, do terceiro período do curso de Engenharia Elétrica da UFES. No início do semestre letivo após o relato, para a turma, sobre a metodologia, foi solicitada

a formação dos grupos e a definição do tema, do problema ou do projeto. Um grupo propôs um projeto sobre guitarra elétrica. E já delimitaram a proposta: o objeto de estudo seria o captador da guitarra. O captador eletromagnético de uma guitarra é um dispositivo chave do instrumento. Perguntados sobre o porquê da escolha, disseram que o motivo era que alguns deles tocavam guitarra e queriam conhecer melhor o instrumento. A intervenção dos professores foi de ajuda na metodologia científica e na explicitação dos conceitos centrais do tema. Alguns destes conceitos deveriam ser aprendidos antes dos conteúdos correspondentes desenvolvidos nas disciplinas. Seria como aprender por demanda. A aprendizagem aconteceria a partir da ação. Foi apresentado o plano do projeto (ou pré-projeto) e sua posterior execução. No final do semestre letivo, foi realizada a síntese, via relatório técnico, e a apresentação para a turma e professores.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Projetos de aprendizagem apoiados pela telemática com uma sustentação teórica nos fundamentos da epistemologia genética e nas formulações de Lea Fagundes e John Dewey são as bases para o desenvolvimento desta pesquisa. Nossas hipóteses de que os projetos e as tecnologias da informação e comunicação mudam as formas de aprender e melhoram o ensino balizaram nossos experimentos num curso de engenharia elétrica. Os dados empíricos coletados sob ótica de indicadores como cooperação, autonomia, alfabetização tecnológica e meta cognição serão utilizados nas análises para justificar estas hipóteses.

As experiências relatadas neste capítulo mostram inovações metodológicas para além das abordagens tradicionais ou comportamentais do ensino tecnológico. O que unifica estas experiências são as novas relações de aprendizagem o que consideramos identificadas como propostas construtivistas ou como propostas com elementos construtivistas. Destacamos no final as experiências com projetos de aprendizagem como uma preliminar da nossa concepção sobre esta metodologia que será detalhada no Capítulo 4.

3 UMA REVISÃO SOBRE AS APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA

A inserção das tecnologias de informação no ensino de engenharia propiciou avanços em três aspectos relevantes da aprendizagem: o estudante com posição mais ativa no processo (o aprender fazendo), uma aproximação cada vez mais estreita entre teoria e laboratório (com os recursos computacionais de simulação exercendo papel importante) e o surgimento de recursos tecnológicos mais adequados à exploração do material educacional integrado ao registro de conteúdos. Neste contexto as experiências realizadas a partir da década de 1990 com cursos em estúdio (WILSON, 2000), os laboratórios vivos (LIGHTNER, 2000) e os livros eletrônicos interativos (e-books) (PRINCIPE, 2000) são relevantes nas inovações do ensino de engenharia com o advento da telemática.

3.1 Cursos em estúdio, laboratórios vivos e livros eletrônicos

Os cursos em estúdio têm como premissa o trabalho conjugado teoria-prática onde o estudante desenvolve com mais autonomia os conceitos envolvidos na disciplina. Pressupõem ambientes com equipamentos de laboratório, computadores em rede, softwares para simulações etc. A atividade do professor é importante no estúdio, mas o foco deve ser o trabalho feito pelo estudante. Aulas expositivas, laboratórios, seminários e desenvolvimento de projetos podem ser combinados num mesmo ambiente e com maior interatividade professor-estudante e estudante-estudante. Como as atividades predominantes no processo de aprendizagem são feitas pelo aluno, a carga de aulas ou a quantidade de disciplinas no período deve diminuir de modo a permitir que o aluno participe mais em atividades de estúdio. As experiências citadas por Wilson sugerem o currículo 4x4, isto é, cada estudante faz 4 disciplinas de 4 h semanais cada uma.

Nas experiências com laboratórios vivos (living laboratory) o projeto e a arquitetura de um prédio estão articulados com os objetivos didáticos / pedagógicos do curso. Os laboratórios com os equipamentos, as redes de computadores para coleta e análise de medidas são partes integradas ao processo pedagógico, no sentido de dar ao estudante uma visão real dos problemas em engenharia. Para isto há uma reversão em relação aos procedimentos tradicionais no ensino. O estudante tem contato com projetos no primeiro ano do curso. Os conceitos teóricos que fundamentam estes projetos são

desenvolvidos durante os anos posteriores do curso. Na Figura 1 é mostrada a disposição dos equipamentos do Laboratório Integrado de Ensino Aprendizagem do College of Engineering and Applied Science at the Colorado. Além dos equipamentos para medições (osciloscópio, fontes de sinal e outros) está disponível um computador, em rede, com os softwares de simulação. Esta integração de equipamentos permite uma agilidade no desempenho teoria – prática no decorrer da aprendizagem.



Figura 1 - Laboratório integrado de ensino e aprendizagem do College of Engineering and Applied Science at the Colorado, Boulder, USA [Lightner, 2000].

No processo de aprendizagem o acesso ao material bibliográfico desempenha um papel importante. Os livros e artigos impressos em papel apresentam a dificuldade de acesso não linear, não permitem a integração com o suporte para anotações e a conseqüente possibilidade do apoio automatizado e dificulta os caminhos para a experimentação (através de simulação) do conhecimento apresentado. Príncipe (2000) descreve um experimento onde o material didático é fornecido em forma de livro eletrônico. O texto é um documento hipermídia, onde o leitor pode navegar da forma que lhe for mais conveniente. O sistema oferece ainda ferramentas de simulação que permite ao aprendiz explorar as aplicações do conhecimento teórico disponibilizado. Desta forma o livro

eletrônico torna-se um instrumento interativo. Podemos visualizar extensões naturais a este dispositivo, que permitam uma integração do material teórico com as anotações do leitor e a possibilidade da criação de novos links, proporcionando assim um suporte à elaboração das sínteses individuais. A utilização de recursos computacionais no ensino de engenharia comporta o desenvolvimento de ferramentas tais como hipertexto, multimídia e hipermídia.

O reforço que estas ferramentas dão ao aprendizado é importante, mas devemos considerá-las num contexto didático / pedagógico que tenha como foco o estudante. A partir desta abordagem devemos considerar os diversos aspectos individuais durante a aprendizagem. Estudantes aprendem através de diferentes estilos de aprendizagem e estes estilos podem ser respeitados de forma adaptativa nos cursos em que se utiliza ferramenta de hipermídia (CARVER, 1999). Alguns são intuitivos, outros são mais reflexivos; alguns têm preferências por materiais visuais, outros por lições orais. O aprendizado baseado em hipermídias adaptativas tem como premissa a apresentação do material didático, o mais adequado possível, aos estilos inerentes a cada estudante.

3.2 Libertando-se das restrições espaço-tempo

O ensino de engenharia tradicional circunscreve-se, basicamente, a aulas expositivas e laboratórios. Esses dois métodos são eficientes, mas quando acrescidos de instrumentos que aumentem a interatividade entre estudantes e professores tendem a produzir resultados melhores. A utilização de recursos telemáticos permite avanços neste campo possibilitando melhoria na qualidade da didática através, por exemplo, da organização, articulação e apresentação dos conteúdos e no atendimento sistematizado de um número maior de estudantes.

A educação on-line via aprendizado assíncrono, tem sido utilizada na última década com bons resultados. O modelo de educação centrado em aulas expositivas / laboratórios deve continuar, mas pressões econômicas e de ampliação de acesso podem mudar os paradigmas e as estratégias a serem adotadas para o ensino em engenharia (BOURNE, 1977). O paradigma de ensino baseado somente no modelo transmissão-recepção de informações não é mais sustentável. Os novos modelos devem considerar o aprender a processar as informações em lugar de armazená-las, trabalhar na construção do conhecimento e não na sua simples reprodução (BARBIERI, 1998).

O aprendizado assíncrono tem como base a certeza de que pessoas podem aprender em qualquer lugar e a qualquer momento. As redes de aprendizagem assíncronas (ALN: Asynchronous Learning Networks) combinam auto-estudo com interatividade assíncrona e talvez alguma interatividade síncrona, quando necessário (BOURNE, 2000). Dentre as vantagens das ALN podemos citar: (1) a educação remota sem a fixação de tempo e espaço; (2) a colaboração mais ágil entre escolas; (3) a integração de ex-alunos e outros profissionais através da educação continuada; (4) uma melhor aproximação entre os avanços da pesquisa e as demandas por capacitação e atualização das indústrias e (5) a redução de custos nas rotinas educacionais, tais como distribuição dos conteúdos e suporte ao esclarecimento de dúvidas. Existem várias tecnologias utilizadas em ALN que permitem conectividade entre duas ou entre várias pessoas: o e-mail possibilita comunicação de um para um, *listserv* permite comunicação de um para muitos, *newsgroup* e teleconferência permitem comunicação de muitos para muitos.

Outra modalidade que utiliza o aprendizado assíncrono é o fórum. Funaro relata experiências que demonstram como esta ferramenta contribui e programa as atividades realizadas em sala de aula (FUNARO, 1999). O fórum dá oportunidade aos estudantes de discussões interativas sobre tópicos que serão desenvolvidos em classe, além de permitir o aprendizado cooperativo entre os próprios estudantes e eliminar redundâncias facilitando, assim, o trabalho do professor.

3.3 Assistentes inteligentes em ambientes de rede

As redes de aprendizado assíncronas pressupõem, para seu bom desempenho, ferramentas on-line de alto nível. O estudante necessita de realimentação imediata e facilidades (exemplo, ajuda rápida) para que o seu processo de aprendizagem não sofra interrupções frequentes. Este ambiente pode ser implementado através de softwares inteligentes autônomos. São os chamados agentes inteligentes (AI) ou robôs do conhecimento (*knowbots*) que facilitam, para o aprendiz, as tarefas de rotina durante o curso (THAIUPATHUMP, 1999). Os AI devem assessorar o tutor humano (o mediador ou facilitador), provendo realimentação em tempo reduzido e, em alguns casos, com uma vantagem importante: a máquina está disponível de modo assíncrono. Devem apresentar, na medida do possível, as características associadas à inteligência humana, ou seja, aprendizagem, inferência, adaptabilidade, independência e criatividade. Para isto o software deve dispor de características tais como: autonomia (exercer controle sobre suas próprias ações), continuidade temporal (processamento contínuo no tempo),

agilidade de comunicação, adaptabilidade (adapta-se automaticamente às mudanças em seu ambiente) e mobilidade (pode ser operado em diferentes arquiteturas e plataformas). As experiências relatadas por Thaiupathump, onde agentes inteligentes automatizam tarefas, como por exemplo, de verificação de soluções propostas a problemas, dão conta de avanços na aplicação dos knowbots no sentido de melhorar a eficiência nas conclusões de tarefas. Um ambiente de aprendizagem com estes recursos facilita a participação do estudante assim como incrementa a interação com colegas e professores. Entretanto ainda não permite concluir pela autonomia do estudante no processo de aprendizagem. Constatou-se, durante os cursos, uma dependência em relação ao facilitador humano.

As tecnologias podem ajudar na aprendizagem? Sim, podem ajudar e ampliar os ambientes de aprendizagem desde que estejam no contexto da autonomia, da cooperação, da interdisciplinaridade e da motivação. O grande desafio é o manejo adequado da presença virtual incorporando o computador definitivamente no processo de construção do conhecimento.

3.4 Ambientes virtuais de aprendizagem

O convívio em ambientes virtuais se constitui numa prática recente na aprendizagem e o suporte à construção do conhecimento e potencializado por eles, pode contribuir na melhoria do ensino presencial. Existem muitas frentes de trabalho em busca da incorporação destes novos recursos à prática pedagógica. Esta prática deve apontar caminhos para um uso apropriado das tecnologias. Não basta ter tecnologia, é preciso ter um modelo de uso. Menezes reforça as abordagens pedagógicas da aplicação das tecnologias:

A insistência nos métodos tradicionais faz com que a telemática, em geral, vire apenas uma nova mídia, que poderá ter o mesmo destino de outros artefatos já experimentados, como o projetor de slides, a televisão e o videocassete. Faz-se necessário aproveitar melhor seu potencial, modificando as formas de aprender, reforçando ainda mais o papel do aluno como agente de sua aprendizagem. Este potencial é, sem dúvida alguma, melhor entendido a partir da capacidade interativa das redes de computadores e suas possibilidades de fornecer respostas diferenciadas de acordo com os rumos das experiências individuais, além de aproximar e integrar os diferentes sujeitos. (MENEZES, 2003)

No caso do ensino de engenharia constatamos várias experiências e pesquisas envolvendo o uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC). As formas de uso destas tecnologias, apesar de diversificadas, se concentram em dois grandes grupos: ferramentas de apoio à interação com objetos do conhecimento (simulação, por

exemplo) e as ferramentas de apoio à interação social, imprescindível para a construção do conhecimento individual e coletivo (fórum, e-mail, chat etc). Entende-se por interação social do ponto de vista educacional, as interações que um indivíduo realiza com os vários parceiros de uma comunidade de aprendizagem (professores, colegas de classes, colegas mais adiantados, monitores, colegas de projetos, pessoas da comunidade), que tenham por objetivo o esclarecimento e o exercício da crítica, atividades fundamentais na aprendizagem. Das ferramentas de apoio à interação social podemos destacar aquelas que permitem o aprendizado assíncrono (fórum, p.ex.). Estas têm como base o princípio do aprender em qualquer lugar e a qualquer momento. As redes de aprendizagem assíncronas apresentam vantagens tais como: (i) educação remota sem a fixação de tempo e espaço; (ii) estímulo à integração e cooperação entre os alunos de um curso; (iii) integração de ex-alunos e outros profissionais através da educação continuada e (iv) a redução de custos nas rotinas educacionais, tais como distribuição dos conteúdos e suporte ao esclarecimento de dúvidas (BOURNE, 2000). O fórum dá oportunidade aos estudantes de discussões interativas sobre tópicos que serão desenvolvidos em classe, além de permitir o aprendizado cooperativo entre os próprios estudantes e eliminar redundâncias facilitando o trabalho do professor.

Bermejo relata uma aplicação de fórum e listserv na disciplina de redes neurais, num curso de telecomunicações de Barcelona, numa abordagem em que modelo de aprendizagem é centrado no aluno e não no professor (BERMEJO, 2005). Nesta abordagem o aluno tem posição ativa e não de espectador. Professor e aluno, juntos, desenvolvem e constroem conhecimento e não a transferência (professor) e repetição num exame (aluno) de conhecimentos e o processo de aprendizagem ocorre num ambiente de cooperação ou colaboração e não num ambiente individualista e competitivo. É a convivência da ferramenta fórum como meio para a cooperação trazendo como benefícios a motivação, a socialização e o acesso e construção do conhecimento. Segundo Piaget, existem dois tipos extremos de relações interindividuais: a coação e a cooperação: “a coação, que implica uma autoridade e uma submissão, conduzindo assim à heteronomia, e a cooperação, que implica a igualdade de direito ou autonomia, assim como a reciprocidade entre personalidades diferenciadas” (PIAGET, p.168, 1972b). Cooperação é definida como co-operação, isto é, cooperar na ação é cooperar em comum.

Para Maçada e Tijiboy o conceito de cooperação é mais complexo que o de interação e de colaboração

(...) pois além de pressupor ambos requer relações de respeito mútuo e não hierárquicas entre os envolvidos, uma postura de tolerância e convivência com as diferenças e um processo de negociação constante. Percebemos que a diferença fundamental entre os conceitos de colaboração e cooperação reside no fato de que para haver colaboração o indivíduo deve interagir com o outro existindo ajuda - mútua ou unilateral. Para existir cooperação deve haver interação, colaboração, mas também objetivos comuns, atividades e ações conjuntas e coordenadas (MAÇADA E TIJIBOY) Disponível em: <<http://www.niee.ufrgs.br/cursos/topicos-ie/ana/coop2.htm>>, Acesso em: 20 set. 2007

Uma questão hoje relevante é a relação entre cooperação como abordagem pedagógica e as tecnologias de informação e comunicação como meio facilitador e estimulador.

Além das referências citadas acima, com experiências em ambientes virtuais de aprendizagem na engenharia, no Brasil, podemos citar ainda os artigos: de Zuasnábar (2003) no ITA, Elias (2003) na UFRJ, Nitzke (2003) na UFRGS e Cardoso (2003) na UFES.

3.5 A telemática a serviço da aprendizagem

É comum encontrarmos na internet sites de cursos ou sites de professores nos quais são disponibilizadas informações aos estudantes tais como o programa dos cursos, bibliografia, notas de aula, exercícios e endereços para contatos. De um modo geral estes recursos telemáticos não acrescentam modificações metodológicas ao ensino presencial tradicional. Servem como uma extensão, diga-se de passagem positiva, na divulgação de documentos que seriam distribuídos aos alunos via impressos em papel.

Em que medida o uso da telemática pode transformar a educação e acrescentar às práticas presenciais recursos para além da simples distribuição de informações?

O nó górdio está na interação. Aprendemos quando interagimos com os objetos e com as pessoas. “A tecnologia transforma a educação quando inclui dimensões do desenvolvimento como: interação, troca, intercambio, comunicação bi ou multilateral, negociação, colaboração e cooperação” (BASSO, p. 49, 2003).

A aprendizagem presencial mediada por recursos virtuais de interação e registro de documentos pode romper com a prática tradicional do ensinar. Fortalece o conceito piagetiano de que o conhecimento procede da ação e estabelece uma relação vital de trocas e cooperação entre os agentes envolvidos na construção do conhecimento.

Os recursos telemáticos podem servir como “próteses cognitivas” como afirma Fagundes.

A informática e a telemática podem ajudar a enriquecer os ambientes de aprendizagem, podem ampliar os espaços das salas da aula, podem vencer as barreiras do tempo, podem servir como “próteses” cognitivas, podem ajudar a ampliar os processos sócio afetivos e a conscientização, podem ajudar a atender os aprendizes como verdadeiros sujeitos de sua aprendizagem, podem assegurar a intercomunicação coletiva, podem ajudar a criar comunidades de aprendizagem e desenvolvimento. (FAGUNDES, p. 14, 1999).

As tecnologias da informação e comunicação podem representar importantes aliadas de inovações pedagógicas, desde que adequadamente utilizadas.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os estudantes de engenharia elétrica da UFES, atualmente, apresentam um perfil caracterizado pelo uso freqüente do computador e a internet no apoio a seus estudos (ver item 6.3). Têm em suas residências os recursos da conectividade e compartilham com os colegas suas dúvidas sobre os problemas escolares. Podemos afirmar que não vivemos mais na cultura do ensino, mas na cultura da aprendizagem. Nossos alunos são aprendizes que usam, com freqüência, em seus estudos: o e-mail, o msn, fóruns, a internet no apoio à solução de seus problemas e lazer.

A aprendizagem presencial mediada por um ambiente virtual de interação e registro de documentos e a metodologia de projetos incorpora e estimula o uso de vários recursos que nossos alunos já utilizam. Além dos fóruns e compartilhamentos de arquivos, inerentes aos ambientes virtuais, a prática mostra um conjunto fragmentado de recursos virtuais de apoio à aprendizagem. O uso de blogs e sites na documentação e interação no desenvolvimento dos projetos são exemplos destes recursos que auxiliam as novas formas de aprendizagem e a absorção de tecnologias fundamentais na formação em engenharia.

4 O PROJETO EM ENGENHARIA E A PEDAGOGIA DE PROJETOS

O termo projeto, no sentido amplo, significa intenção, planejamento, organização do trabalho, propósito, objetivo, alvo. A origem deste termo remonta ao período quatrocentista italiano, no início do século XV, e tem sua expressão vinculada ao projeto arquitetônico. O arquiteto era um intelectual afastado do canteiro de obras e responsável pela concepção do que se pretendia realizar.

Sua missão é elaborar um plano claro, inteligível e equilibrado que responda à concepção que se pode ter do belo. Em tal contexto, o projeto, na medida em que é antecipação da realização, desempenhará para a execução o papel de norma operatória. (BOUTINET, 2002, p. 37)

Assim, o projeto se propõe como um guia eficaz para a ação e em sua origem estabelece uma clara separação entre concepção e execução. A partir do século XVIII, com o iluminismo e o progresso tecnológico, o conceito de projeto se amplia e se estende para além da norma operatória. É o projeto como uma intenção de antecipação, mas indispensável à ação. É o projeto como um guia operacional perceptível em uma metodologia mais ou menos explícita. Surge o projeto-método.

Se estudarmos sucintamente as práticas profissionais hoje existentes, as quais recorrem ordinariamente à metodologia do projeto, poderemos identificar três delas, contrastadas em sua configuração, mas ávidas por estabelecer, cada uma a seu modo, a legitimidade de sua ação pela utilização do projeto. De um lado, trata-se das práticas arquiteturais e de ordenamento; de outro, das práticas pedagógicas e de formação e por último, das práticas de gestão organizacional e tecnológica. (BOUTINET, 2002, p. 151).

Diríamos que, hoje, o conceito de projeto, para além dos atributos acima citados, poderia ser a ação a ser conduzida, a antecipação operacional ou a mudança a ser operada.

4.1 O projeto em engenharia

A palavra projeto, em engenharia, está associada a dimensionamento, modelagem, planejamento, normas técnicas e desenho. Dentre as competências solicitadas ao engenheiro na concepção e gestão de um projeto podemos citar: a avaliação técnica, a interpretação racional de uma situação, a representação dos obstáculos a serem superados, a concepção de soluções possíveis, as escolhas, as propostas, a defesa destas escolhas, a estimativa de custos e a verificação ou validação do projeto.

Na tipologia de Boutinet os projetos em engenharia estariam na classe de projeto de objeto (projeto de dispositivo técnico) ou projeto tecnológico (projeto industrial). As fases destes projetos seriam: diagnóstico da situação, elaboração, operacionalização e análise do projeto. No âmbito da escola de engenharia, além do projeto técnico, há o projeto de pesquisa, projeto pedagógico e projeto de aprendizagem.

O exemplo clássico de um projeto em engenharia elétrica é o projeto de instalação elétrica (predial ou industrial). Quem faz o projeto não o executa e este projeto técnico é orientado para a confecção de um objeto. O objeto principal do projeto é o dimensionamento e identificação dos componentes e fios a serem instalados. O projetista pode supervisionar a sua execução, mas cabe a ele apenas dimensionar os componentes do sistema através de um modelo físico-matemático, acatando as normas técnicas que regulam as instalações elétricas. A execução do projeto, neste caso, está distante do ato de projetar. A ação é finalizada por um produto exterior. É diferente de um projeto de pesquisa que corresponde a uma atividade cujo fim termina em si mesmo.

A atividade de projetar é um processo dialético entre análise e síntese. O bom projetista sabe analisar, isto é, sabe como as partes se relacionam com o todo. E sabe como o todo responde a determinadas solicitações. No caso do projeto de instalação elétrica a síntese é o projeto final. É o resultado do dimensionamento e identificação dos componentes. A análise é o comportamento dos componentes e suas relações entre si. Para projetar tem que saber analisar. Este vai e vem da análise e da síntese é mediado pela simulação. Com os avanços da computação e da telemática esta simulação tem um papel relevante no desenvolvimento de projetos em engenharia. No projeto de uma antena (projeto de dispositivo técnico), por exemplo, quem concebe pode executar. O diagnóstico, elaboração, operacionalização (execução) e análise (medidas) necessariamente passam por simulações repetidas vezes durante as fases do projeto até o resultado final. Neste caso a síntese está num relatório técnico onde são explicitados todo o processo de elaboração, testes e características da antena projetada.

4.2 A Pedagogia de projeto

A partir da década de 1990, alguns sistemas educacionais europeus iniciaram a implementação da pedagogia do projeto nos cursos universitários. A pedagogia do projeto se contrapõe à chamada pedagogia por objetivos. Enquanto esta é determinista, aquela privilegia a apropriação metodológica e a negociação entre parceiros na

aprendizagem. A pedagogia do projeto pressupõe uma interdependência entre o objeto e o método.

A utilização da pedagogia do projeto nas escolas de engenharia, na França, a partir de 1994, trouxe ao debate duas concepções de projeto como metodologia. A proposta institucional que era a de criar situações que permitam aos estudantes exercer e desenvolver as suas competências além da integração do indivíduo na estrutura profissional. Jusky cita um exemplo de “projet tutoré”: confiar a um grupo de estudante, em parceria com o técnico e sob a responsabilidade do professor, o projeto de criar as montagens, testar o material, efetuar as medidas e redigir o texto de enunciado de trabalhos práticos destinado aos estudantes (JUSKY, 2005). Por outro lado, Lemaitre, considera que na engenharia, projeto tem uma conotação operatória, mas tem uma dimensão pessoal e humana centrada na imaginação. A institucionalização da metodologia do projeto nas escolas de engenharia da França, segundo Lemaitre, tornou-se um objeto técnico com o controle dos instrumentos teóricos, isto é, o projeto numa visão instrumental e orientada para as aplicações. Perde-se, assim, a idéia do projeto como projeção para o futuro, para o desconhecido e para o inédito. (LEMAITRE, 2005). Outra experiência com projetos, na Europa, acontece, desde 2000, na Noordelijke HogeschoolLeewardem, Leewarden, Holanda (<http://www.nhl.nl/nhl_nl/Informatie_voor/foreign_visitor/exchange_programmes_autum/engineering/projects_and_placements/>). No curso de Engenharia Elétrica os projetos são as bases da metodologia do curso. Nos dois primeiros anos são desenvolvidos seis projetos a cada ano, num período de cinco semanas para cada projeto. Os projetos interdisciplinares acontecem a partir do segundo ano e envolvem três áreas distintas: engenharia elétrica, engenharia mecânica e tecnologia da informação. Têm como objetivos: aplicar conhecimentos e habilidades no mundo real dos projetos em engenharia, aprender as bases do processo de desenvolvimento de protótipos de engenharia e ganhar experiência no trabalho em grupo, particularmente com colegas de diferentes campos de especialização. O acompanhamento dos trabalhos é feito por uma empresa fictícia criada por um grupo de professores das três áreas acima citadas. No período 2000 / 2004 o projeto desenvolvido foi um telebuggy e a partir de 2005 um teleboat. Os testes com este último se realizou num canal de Leewarden. A avaliação destes projetos mostrou um grande sucesso e satisfizeram plenamente seus objetivos. O curso de quatro anos tem no primeiro, o

projeto máquinas, no segundo, o projeto interdisciplinar, no terceiro, o estágio empresarial e no quarto, o projeto final.

Apresentamos uma metodologia de projetos que é circunscrita aos conteúdos, à autoria e à cooperação, unificando a aprendizagem e o projeto de engenharia como concebemos no dia a dia do engenheiro.

Segundo Morin a organização do conhecimento

(...) comporta operações de ligação (conjunção, inclusão, implicação) e de separação (diferenciação, oposição, seleção, exclusão). O processo é circular, passando da separação à ligação, da ligação à separação, e, além disso, da análise à síntese, da síntese à análise. Ou seja: o conhecimento comporta, ao mesmo tempo separação e ligação, análise e síntese. (MORIN, p. 24, 2002)

Hoje, o ensino de engenharia privilegia a análise em detrimento da síntese. Separação e a acumulação sem ligar os conhecimentos são privilegiadas em detrimento da organização que liga os conhecimentos.

A integração de conhecimentos propiciada pela metodologia de projetos de aprendizagem (disciplinares e interdisciplinares) viabiliza a relação análise / síntese no contexto explicitado por Morin e pode ser vista como um exercício de iniciação aos projetos reais em engenharia.

4.3 Uma concepção de projeto de aprendizagem em engenharia

Um projeto de aprendizagem parte de perguntas, dúvidas, certezas e incertezas. Com as perguntas: o que queremos? Por quê? Para que? Como e quando fazer? Desenvolvemos um projeto ou um plano de ação?

Um projeto para aprender é gerado pelos conflitos, pelas perturbações no sistema de significações que constituem o conhecimento particular do aprendiz. Para Fagundes

É fundamental que a questão a ser pesquisada parta da curiosidade, das dúvidas, das indagações do aluno, ou dos alunos, e não imposta pelo professor. Isto porque a motivação é intrínseca, é própria do indivíduo. (FAGUNDES, p.16, 1999)

De quem são então as dúvidas que gera um projeto? Quem estará interessado em buscar as respostas? Deve ser o próprio estudante ajudado pelo professor. Ao professor cabe orientar a escolha dos temas a serem investigados e estabelecer as relações destes temas com os conteúdos a serem desenvolvidos no currículo do curso. A relação aluno-professor não se desenvolve sob uma hierarquia, mas num ambiente de cooperação e autoria. O projeto é definido por argumentação e consenso no grupo e há uma

negociação entre o professor e o grupo de modo que o tema escolhido esteja no contexto do curso e seja viável.

Escolhido o tema o grupo faz um plano de trabalho com os eixos: o que fazer? (o tema, o problema e os objetivos), fazer a partir de que? (inventário do conhecimento ou estado da arte), como fazer? (a busca das fontes sobre o tema e a experimentação de várias soluções) e quando fazer? (cronograma). A partir deste plano empreende-se a ação e o desenvolvimento da solução proposta a ser verificada de forma científica.

A execução de um projeto compreende a modelagem e a análise dos resultados que validam a proposta contida nos objetivos. No caso dos projetos com protótipos, comuns em Engenharia Elétrica, a análise dos testes práticos (medidas) em laboratório permitirão avaliar os resultados esperados no projeto. A síntese virá por meio de um relatório e apresentação com a presença dos professores e colegas da turma. No desenvolvimento das atividades do projeto os alunos adquirem habilidades como trabalho em grupo, comunicação oral e escrita, procedimentos práticos em laboratório e têm uma visão do conhecimento construído como um todo e não segmentado como é desenvolvido em disciplinas do curso.

Esta abordagem pedagógica dos projetos tem suas bases nas propostas construtivistas e pode representar uma nova forma de pensar e aprender. A “aprendizagem é desencadeada a partir de um problema que surge e que conduz à investigação, à busca de informações, à construção de novos conceitos e à seleção de procedimentos adequados” (AMARAL, 2000).

De um modo geral nossos alunos pensam a aprendizagem como o estudar a teoria e fazer aplicações ou exercícios. Por outro lado tem-se uma intensa convivência cooperativa com os colegas. O ensino tradicional, em que o professor é o centro do processo, desconsidera formas de pensar baseadas na interação e na autonomia. Por que não utilizar de estratégias pedagógicas que aproveitem o modo natural de aprender centrado numa visão sistêmica e não fragmentada do conhecimento e façam dos estudantes os autores da construção deste conhecimento? Por que não utilizar estratégias em que a aprendizagem passaria a ser vista como um processo complexo e global, onde teoria e prática não se dissociam, onde o conhecimento da realidade e a intervenção nela tornam-se faces de uma mesma moeda?

No início de nossos experimentos com projetos adotaram-se procedimentos de sugerir temas quando os grupos solicitavam, mas com o passar do tempo estas sugestões se tornaram escassas. Hoje praticamente todos os temas são livremente escolhidos pelos estudantes. Percebe-se que nestas condições o interesse em resolver os problemas é mais incorporado pelo grupo além de um maior comprometimento com a aprendizagem.

As etapas para o desenvolvimento do projeto estão sistematizadas na Tabela 2 abaixo.

Etapas	Objetivos	Produtos	Aspectos relevantes a serem analisados
Definição do tema no grupo	Discussão e escolha de o que fazer	A definição do tema	As orientações do professor
Plano do projeto	Quadro de cognição O que, como e quando fazer	O pré-projeto a ser entregue	A identificação clara das metas e como desenvolvê-las
Desenvolvimento do projeto	A execução do que foi planejado	Relatório parcial	O desempenho do grupo e o cronograma
Testes em laboratório	Confecção do projeto e medidas em laboratório	O protótipo	As iniciativas de modelagem em laboratório
Relatório final	A síntese do trabalho	O relatório	A clareza em retratar o que foi realizado. A meta cognição
Apresentação	A defesa das soluções propostas	A apresentação	A didática e a desenvoltura do grupo

Tabela 2: As etapas do desenvolvimento do projeto

Quanto à avaliação destes projetos, conforme detalhamos no Anexo C levam-se em consideração:

- Desenvolvimento: desempenho do grupo ao longo do período. A relação do que foi desenvolvido e o que foi planejado (pré-projeto). A execução do cronograma proposto.
- Conhecimento: o que foi aprendido sobre conteúdos e sobre metodologia científica. Identificação do problema ou delimitação do que será investigado ou desenvolvido. A contextualização e revisão bibliográfica. A modelagem

matemática, solução teórica e a escolha do método numérico, quando do for o caso. Os testes em laboratório e a análise dos resultados.

- Protótipo: a confecção, os custos e a apresentação do sistema desenvolvido e construído.
- Relatório: a clareza do texto e a identificação das referências ao longo do mesmo. A disposição dos capítulos. As referências.
- Apresentação: a didática e a desenvoltura na apresentação. A defesa das soluções apresentadas. A qualidade das transparências
- Grupo: o trabalho em grupo. As atribuições de cada um. As relações intra-grupo.

Considerando as orientações das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação Engenharia (RESOLUÇÃO CNE/CES 11) nossa proposta de projetos, além do enfoque fundamental que diz respeito à iniciação científica ou à metodologia científica, atende às seguintes recomendações:

- 1 - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia
- 2 - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- 3 - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- 4 - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- 5 - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- 6 - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- 7 - atuar em equipes multidisciplinares;
- 8 - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- 9 - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.

Como estas competências e habilidades, previstas para a formação do engenheiro, estão presentes na abordagem oferecida pelos projetos de aprendizagem? A Tabela 3 mostra como seriam desenvolvidas essas competências em nossa abordagem em comparação com a abordagem tradicional.

Atribuições do engenheiro eletricitista segundo as Diretrizes Curriculares	Abordagem tradicional (abordagem de uso majoritário)	Projeto de Aprendizagem (proposta da tese)
1 - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia	Aulas e avaliações ou provas	Aprendizagem por demanda. Os conceitos são aprendidos na medida da sua necessidade
2 - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados	Aulas de laboratório	Desenvolvimento de projetos e aulas de laboratório
3 - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos	Desenvolvimento teórico	Desenvolvimento de projetos
4 - identificar, formular e resolver problemas de engenharia	Exercícios	Etapa de definição do tema ou o problema a ser investigado
5 - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas	Em laboratórios	Em laboratórios durante o desenvolvimento do projeto
6 - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica	Raramente realizado. Ou durante as avaliações	Realizado durante todo o processo
7 - atuar em equipes multidisciplinares	Não estimulado	Estimulado o trabalho em grupo de projetos
8 - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental	Raramente realizado	Na definição do tema
9 - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia	Raramente realizado	Um dos requisitos do desenvolvimento do projeto

Tabela 3: As competências e habilidades do CNE/CES 11 nas abordagens por projetos e na abordagem tradicional

Realçamos que a concepção de projeto de aprendizagem em engenharia que defendemos nesta tese tem como ênfases principais (Figura 2)

- A formação em desenvolvimento de tecnologias. Os protótipos realizados em laboratórios servem a esta formação;

- O exercício da iniciação científica como base de aprendizagem no enfrentamento de problemas novos;
- A teoria / prática no mundo real da engenharia;
- Projeto de aprendizagem como uma iniciação aos projetos em engenharia
- O exercício da crítica do mundo e suas inovações. Os estudantes escolhem os temas que desejam desenvolver.

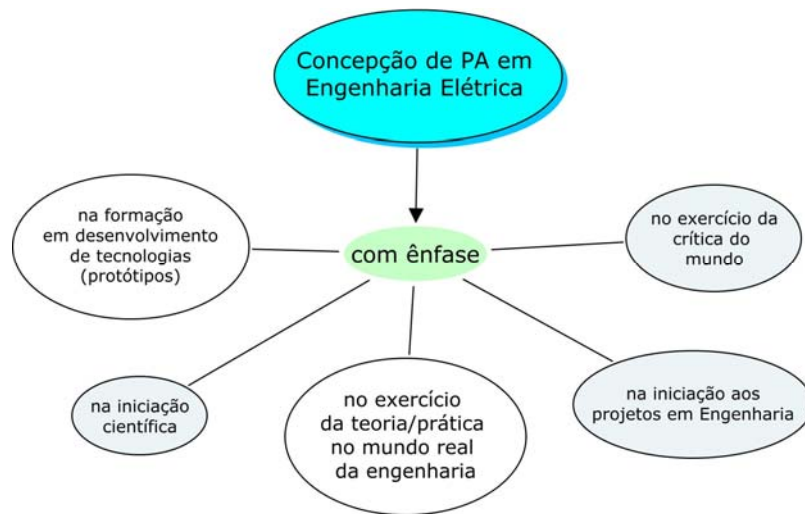


Figura 2: As ênfases de uma concepção de projeto aprendizagem em engenharia

Em nossa concepção de PA a aprendizagem não se restringe à sala de aula ou à relação estudante / professor. O universo cooperativo de aprendizagem comporta (Figura 3)

- Autores;
- Colegas;
- Professores;
- Sites de divulgação, publicação e compartilhamento dos projetos;
- Colaboradores externos sejam na universidade ou fora dela;
- E a convivência em laboratórios do curso.

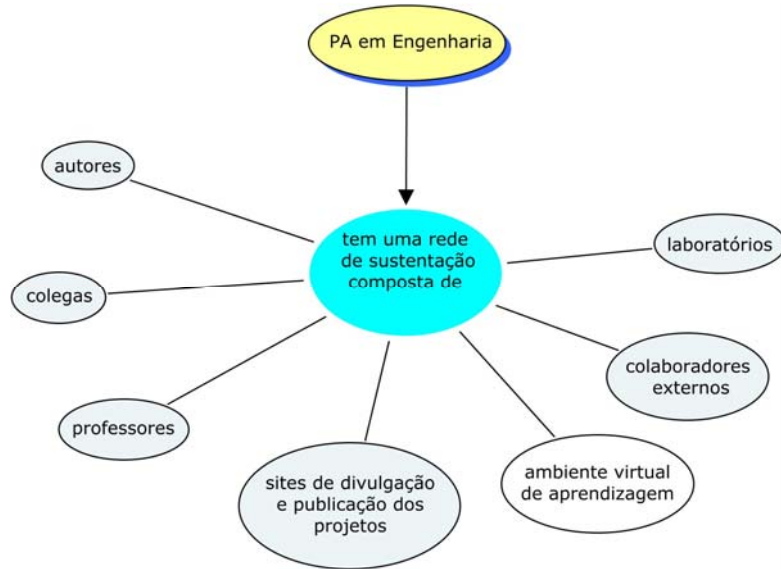


Figura 3: A rede de sustentação de um PA em engenharia

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Finalizando, convém lembrar que a ênfase dessa forma de aprender está na autonomia dada ao estudante e o seu controle sobre o processo de aprendizagem. O papel do professor passa a ser o de um orientador de aprendizagem e não o de repassador de informação. Em nossa concepção os aspectos relevantes a serem considerados nos projetos em engenharia elétrica são:

- A meta cognição: as iniciativas científicas para a investigação de um determinado problema. Como identificar, delimitar, proceder e contextualizar o tema a ser desenvolvido.
- O convívio preliminar com as metodologias científicas e suas relações com os projetos técnicos em engenharia.
- O exercício da teoria - prática no mundo real da engenharia.

5 PROJETOS DE APRENDIZAGEM: UM ESTUDO DE CASO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Os dados coletados nesta pesquisa cobrem um período de 2003 a 2007 e têm como foco principal as atividades pedagógicas nas disciplinas de Eletromagnetismo 1 e Eletromagnetismo 2 do Curso de Engenharia Elétrica da UFES. Durante alguns períodos letivos estas atividades aconteceram integradas a outras disciplinas tais como: Circuitos Elétricos 1, Circuitos Elétricos 2 e Cálculo Numérico.

A orientação vital dessa coleta está em nossas hipóteses de que uma boa pedagogia pode se viabilizar com o apoio da tecnologia. Ou seja, com a inserção do uso das tecnologias da informação e comunicação e a adoção da metodologia de projetos de aprendizagem há um progresso na desenvoltura do ensino/aprendizagem em engenharia. A questão em mente é: quais as vantagens da utilização da metodologia e das tecnologias?

Categorias como apropriação das tecnologias da comunicação e informação ou alfabetização tecnológica, cooperação e meta cognição devem direcionar as análises em indicadores tais como: uso de editores, softwares de simulação; se o aluno delimita, contextualiza, descobre relações e inferências e compartilha propostas para resolver problemas. Os dados para essas avaliações serão obtidos dos registros apresentados no ambiente virtual: nos fóruns, mensagens, e-mails e nos documentos entregues pelos alunos, tais como projetos, relatórios finais de projetos e trabalhos.

Os dados foram coletados observando as categorias: alfabetização tecnológica, cooperação, meta cognição e autonomia. Os indicadores para cada categoria estão abaixo relacionados:

1. Categoria alfabetização tecnológica

- Utiliza software para simulações (Matlab, p. ex.)?
- Utiliza editor de equações?
- Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?
- Faz uso do ambiente digital no auxílio às atividades?

2. Categoria cooperação

- Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?
- Houve interação inter-grupo?
- Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?

3. Categoria meta cognição ou metodologia científica
 - Contextualiza o problema a ser desenvolvido?
 - Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?
 - O relatório (síntese) é bem estruturado?
4. Categoria autonomia
 - A produção do conhecimento é original (autoria)?
 - Teve iniciativa para resolver um problema?

Para identificação do indicador (status) devemos responder às perguntas com: sim, não ou não está evidente. A Tabela 4 sintetiza as categorias e indicadores a serem utilizados.

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	
	Utiliza editor de equações?	
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	
	Houve interação inter-grupo?	
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	
	Teve iniciativa para resolver um problema?	

Tabela 4 - As categorias e indicadores utilizados para as análises dos dados

5.1 A disciplina Eletromagnetismo 1

Eletromagnetismo 1 tem como ementa os conceitos básicos de eletricidade e eletromagnetismo, ou seja: Análise vetorial, força e campos eletrostáticos. Potencial e energia eletrostáticos. Dielétricos. Condutores. Capacitância. Correntes estacionárias. Campo magnético. Força em materiais magnéticos. Indutância. Equações de Maxwell. O plano de curso desta disciplina, para o semestre 2006/2, está no Anexo A. Destacamos, neste plano, os objetivos do curso:

- a) Desenvolver os conceitos básicos sobre os campos eletromagnéticos e forças elétrica e magnética tendo como foco as equações de Maxwell. Com esses

conceitos permitir que os estudantes de Engenharia Elétrica possam analisar e projetar dispositivos em que os campos elétricos e magnéticos estejam presentes.

b) Desenvolver as seguintes competências e habilidades

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e de instrumentação;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Conceber, projetar, planejar e analisar dispositivos eletromagnéticos;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipe;
- Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.

O desenvolvimento didático/pedagógico apresenta atividades de projetos que acontecem do começo ao fim do período letivo e realizados em grupo; dois ou três trabalhos individuais realizados no período de um mês e três avaliações individuais. A avaliação final da turma de Eletromagnetismo 1, semestre 2006/2, encontra-se no Anexo B

Com exceção das avaliações individuais, escritas em papel, todos os documentos ou relatórios são entregues no ambiente virtual de aprendizagem ou via e-mail. As avaliações com suas soluções são disponibilizadas aos estudantes nesse ambiente. Documentos relacionados a projetos (pré-projeto, relatórios parciais, relatório final e apresentação), trabalhos (relatório), interações no ambiente virtual e outros documentos relacionados dos semestres 2003/1 a 2007/1 estão disponibilizados no endereço: <http://www.4shared.com/dir/1234144/5da30691/sharing.htm>

Os projetos de aprendizagem, com a formulação que empregamos, se apresentam como uma complementação das outras atividades de aprendizagem. Corresponde a mais um recurso para o desenvolvimento das competências e habilidades listadas acima no plano de curso da disciplina.

5.2 Análise dos projetos

No período de 2003 a 2007 os experimentos com projetos de aprendizagem aconteceram nas disciplinas Eletromagnetismo 1, Eletromagnetismo 2, Circuitos Elétricos 1, Circuitos Elétricos 2 e Cálculo Numérico (em apenas um período). A Tabela 5 mostra a distribuição de temas e grupos por período letivo.

SEMESTRE	NUMERO DE TEMAS	NÚMERO DE GRUPOS	INTEGRAÇÃO
2003/1	11	16	Eletromagnetismo 1 Circuitos Elétricos 1
2003/2	8	13	Eletromagnetismo 1 Circuitos Elétricos 1 Cálculo Numérico
2004/1	10	17	Eletromagnetismo 1 Circuitos Elétricos 1
2004/2	15	21	Eletromagnetismo 1 Circuitos Elétricos 1
2005/1	21	22	Eletromagnetismo 1 Circuitos Elétricos 1
2005/2	11	16	Eletromagnetismo 2 Circuitos Elétricos 2
2006/2	15	15	Eletromagnetismo 1
2007/1	14	14	Eletromagnetismo 1
TOTAL	105	134	

Tabela 5 - A distribuição de temas e grupos de projetos no período de 2003 a 2007

A Tabela 6 mostra os temas dos projetos no período 2006/2.

PROJETO	GRUPOS
1. Apocalipse: o raio eletromagnético	1
2. Termoelétrica	1
3. Trimotor	1
4. Gerador hidroelétrico	1
5. Busina	1
6. Transmissor FM de voz	1
7. Transmissão de energia	1
8. Detector de metais	1
9. Freio magnético	1
10. Transformador	1
11. Disjuntor	1
12. Levitador magnético	1

13. Hidroelétrica	1
14. Alto-falante	1
15. Agitador	1
TOTAL	15

Tabela 6 - Projetos do período 2006/2.

A atividade projeto se desenvolve durante todo o semestre e tem as seguintes fases: definição dos grupos e os temas de cada grupo, formalização do projeto via um plano ou pré-projeto, execução, testes e medidas em laboratório, relatório final e apresentação. Os temas são definidos pelos grupos com a mediação do professor. A avaliação final dos projetos da turma do semestre 2005/1 é apresentada no Anexo C.

Faremos, a seguir, as análises de alguns projetos. Na escolha destes projetos procurou-se identificar os que pudessem vislumbrar as categorias e os indicadores escolhidos para as análises. Serão identificadas as propostas e relatos de cada projeto e posterior análise. Os textos extraídos dos relatórios dos projetos estão em *itálico* e optamos por não fazer correções ortográficas nos mesmos.

5.2.1 - O projeto Freio Magnético (EM1-2006/2)

1. *A proposta do projeto: Pretende-se fazer um freio eletromagnético atuando na regulação de velocidades de rotação de um disco metálico.*
2. *O objetivo: construção de um dispositivo utilizando as forças eletromagnéticas para fazer o controle da velocidade de um disco metálico.*
3. *Contexto: esse mecanismo é utilizado em vários equipamentos, como: nas carretilhas de varas de pescar; pode ser usado em freios de carro; assim sendo, torna-se uma área interessante de pesquisa.*
4. *O como fazer: pretende-se fazer pesquisas sobre o assunto, descobrir como as correntes de Foucault são geradas e o modo como atuam no controle da velocidade do disco metálico.*
5. *Início do projeto: 17/08/2006. Final: 20/11/2006 (apresentação).*
6. *Relatório parcial:*

Fomos a algumas lojas de pesca pra verificar a utilização do freio nas carretilhas. Além das lojas de pesca fomos nas academias de musculação para verificar a aplicação dos freios em bicicletas ergométricas, que regula o esforço do indivíduo. Após ver algumas aplicações, fizemos estudos sobre a lei de Faraday e as correntes de Foucault, essenciais para o funcionamento do freio. Além disso, fomos ao ferro velho pesquisar alguns materiais, como o disco a ser freado, para usarmos no projeto. O que falta fazer: comprar os materiais e começar a implementação do protótipo.

7. Os passos do projeto:

<i>Etapa/meses</i>	<i>Agosto</i>	<i>Setembro</i>	<i>Outubro</i>		<i>Novembro</i>		
			<i>quinzena</i>		<i>semana</i>		
			<i>1^a</i>	<i>2^a</i>	<i>1^a</i>	<i>2^a</i>	<i>3^a</i>
<i>Estudo e escolha do tema</i>	X						
<i>Planejamento e pesquisa geral sobre o tema escolhido</i>		X	x				
<i>Modelamento do problema ou solução teórica</i>			x	x	x	x	x
<i>Estudo aprofundado sobre a matéria</i>			x	x	x	x	x
<i>Desenvolvimento e construção do protótipo</i>			x		x	x	
<i>Medidas e análise dos resultados</i>					x	x	x
<i>Confecção da apresentação</i>						x	x
<i>Confecção da apresentação</i>							X
<i>Redação do relatório</i>						x	x

5.2.1.a Categorias e indicadores identificados no projeto Freio Magnético:

a) Iniciativa

No início de outubro, começamos a fazer pesquisas sobre aplicação do freio eletromagnético. Fomos a lojas de pesca para verificar a sua aplicação em carretilhas. A primeira visita foi um fracasso, pois os vendedores não sabiam do mecanismo de frenagem da carretilha e muito menos da existência desse tipo de freio. Assim sendo, não conseguimos ver a carretilha ao vivo, mas em lojas especializadas na internet pudemos ver a foto. Dessa maneira, não pudemos tirar grande proveito, então partimos para a aplicação do freio em bicicletas ergométricas. Fomos à academia TAL e presenciamos uma aplicação prática do freio. Após nos identificarmos como estudantes de engenharia elétrica e falarmos do projeto a atendente nos deixou analisar a bicicleta. Pudemos verificar que não havia instabilidades (tranco) durante a frenagem. Após a visita à academia, fizemos pesquisas apenas na internet, pois outras aplicações desse freio eram em equipamentos que não conseguimos achar aqui na Grande Vitória.

b) Colaboração

Planejamos o que cada um do grupo poderia fazer em prol do projeto. Todos do grupo recorreram a sua cidade natal, pela facilidade de achar pessoas conhecidas que poderiam ajudar na busca do material. Adriano apareceu com uma pessoa disposta a cortar um ferro para fazer o núcleo. Esse núcleo ficou muito caro e para nossa surpresa, ele não funcionou, pois não produzia o campo que necessitávamos.

Após esse erro, foi feita uma visita à Eletro Lima, uma empresa especializada em enrolamentos de transformadores e motores, em São Mateus. O funcionário Luciano e o dono da empresa mostraram muito interesse no projeto e resolveram nos ajudar. Eles nos aconselharam utilizar o mesmo material que se utiliza nos transformadores e nos deram várias chapas do material, cabendo a nós fazermos a modelagem da forma do eletroímã.

Saímos atrás de pessoas dispostas a fazer os cortes nas chapas. Fomos a três serralherias, mas infelizmente nenhuma das três teve interesse em fazer o serviço. Após alguns dias de procura, achamos Lúcio, um funcionário da Silk Screen, uma empresa

que faz placas, que nos mostrou interesse em fazer o serviço. Acabando o fim de semana tivemos que voltar para Vitória, e o serviço não foi acabado. Então deixou-se a supervisão do serviço por conta do Sr. Gemino Nardoto. Após ficar pronto o formato das chapas, teríamos que ir até São Mateus fazer o acompanhamento, mas por viabilidade econômica, apenas um integrante do grupo (Adriano) foi enviado a São Mateus. Ao voltar na Eletro Lima, o Luciano não cobrou pelo serviço do enrolamento da bobina e nem pelo fio utilizado. O eletroímã ficou pronto.

c) Síntese

Em vista do desenvolvimento do protótipo, percebe-se que trabalhar com a parte prática é muito diferente de trabalhar com a parte teórica. Apesar dos números não coincidirem, eles estão bem próximos e, portanto, pode-se prever um determinado comportamento do freio. Esse pequeno erro pode ser justificado pela não exatidão dos valores do torque fornecidos pelo motor, pois consideramos o torque constante, ou até mesmo por efeito de arredondamento dos cálculos.

Sob a ótica das categorias e indicadores temos (Quadro 1):

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Sim
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Ñ evidente
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Sim
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Ñ evidente
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Sim
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Sim
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 1 – Categorias, indicadores e status do projeto Freio Magnético

d) Comentários

Este projeto foi desenvolvido pelos alunos: Adriano F. Nardoto, André A. Melo e Carolina D. Villela da disciplina de Eletromagnetismo 1. Nota-se uma saudável preocupação em buscar informações e conhecimentos no interior e fora dos limites da escola. Preocuparam-se com a modelagem do problema e obtiveram bons resultados, principalmente se considerarmos que estão cursando o terceiro período letivo do curso.

5.2.2- Projeto Levitação Magnética (EM1-2006/2)

1. *A proposta do projeto: elaborar, valendo-se de recursos e conhecimentos ainda por serem adquiridos, um dispositivo capaz de levitar um disco metálico.*
2. *O objetivo: A idéia deste projeto é idealizar, projetar e por fim construir um dispositivo que irá gerar um campo magnético tal, que provocará uma força em um objeto, com massa superior a 50 gramas, de modo a induzir a sua levitação sem nenhum auxílio mecânico.*
3. *Contexto: Dentre três propostas analisadas, foi escolhido o Levitador Auk-Atrativo, devido em grande parte a sua simplicidade na construção, mas também devido a possuir uma estabilidade natural em dois dos três graus de liberdade do objeto levitante, aos menores custos envolvidos, e por fim a substituição da estabilização eletrônica, se necessário, pela estabilização mecânica. O termo “auk” veio do filme Céu de outubro, assistido e debatido pela turma no início do período letivo.*
4. *O como fazer: após o estudo e modelagem do problema será desenvolvido o protótipo em laboratório.*
5. *Início do projeto: 22/08/2006. Final: 20/11/2006 (apresentação).*
6. *Relatório parcial:*

O que fizemos: Escolha do material ferromagnético em função da facilidade de trabalho e obtenção do mesmo (Aço SAE 1020); Construção de um solenóide de teste em pequena escala a fim de obter a curva de Histerese do material; Ensaio de obtenção da curva de Histerese. Definindo assim um valor prático aproximado de μ_r ; Modelagem matemática, em MATLAB, do solenóide e segunda etapa de testes para validar e aproximar a modelagem teórica da real medida em laboratório. De posse do programa, definimos dimensões viáveis do solenóide final, com o objetivo

de levitar um elemento com um peso aproximado de 100 gramas, usando as fontes controladas disponíveis em laboratório; Desenvolvimento do sistema de controle. Esquematização teórica do modelo final do trabalho tanto na parte estrutural quanto na parte relativa aos circuitos. O que falta fazer: Construção do solenóide final e de seu suporte de dimensões já definidas; Terceira e última etapa de testes com a o solenóide de tamanho real, a fim de efetuar possíveis correções na modelagem. (Eventuais mudanças no valor do campo que podem ser obtidas variando-se a corrente de excitação.); Construção e validação do sistema de controle; Relatório; Apresentação.

5.2.2.a Categorias e indicadores identificados do projeto Levitação Magnética:

a) Análise

Esta proposta consiste de um único solenóide para gerar o campo magnético. A estabilização seria obtida via sistema de controle, ou devido a algum acoplamento mecânico (corda, tubo, etc...) ao levitante. A principal diferença desta para as outras propostas é que a levitação ocorre por atração e não por repulsão do elemento levitante, desta forma é possível o uso de um elemento que não possua magnetismo próprio, ou seja, algo diferente de um imã.

Prós: Elemento levitante não necessariamente teria de ser magneticamente ativo (imã); Estabilidade natural em dois dos três graus de liberdade possíveis. (Explicado mais adiante em "Questão da estabilidade natural no caso de um cilindro"); Maior flexibilidade na forma do objeto a ser levantado, visto que este poderia ser construído a partir de um material de fácil trabalho mecânico; O sistema de controle teria de lidar com apenas um dos graus de liberdade (eixo Z); Baixo custo devido a necessidade de apenas um único solenóide; Facilidade na modelagem do campo (apenas componente Z). Contras: Ainda se faz necessário um sistema de controle.

b) Síntese

O solenóide El Bolachon obteve sucesso na levitação de material ferromagnético acima de 50g e o sistema de controle se manteve funcional para o que foi proposto: manteve o objeto flutuando com 3 graus de liberdade. A criação de um algoritmo funcional que servirá de bases para outros projetos que envolvam campo magnético e que opera com uma boa aproximação foi efetuada com sucesso. Sendo desenvolvido através de conhecimentos de programação em MatLab e Eletromagnetismo I , constatados por

meios experimentais. O sistema de controle opera de forma satisfatória sendo uma área de extremo aprendizado, pois exigiu conhecimentos superiores aos fornecidos a alunos do 3º período da Engenharia Elétrica.

Em resumo, aprendeu-se muito com esse trabalho. Desenvolvendo o projeto inicialmente na parte teórica constatando de forma maravilhada a aproximação dos valores que se obteve na forma teórica com a experimental. Muitas dificuldades foram superadas e a criatividade do grupo foi estimulada, apenas existem pontos positivos em tal meio de avaliação por isso o valor desse critério de avaliação deve ser enaltecido, pois se aprende muito mais através dos meios práticos que apenas em meios teóricos.

Deve-se lembrar também que o desenvolvimento de um projeto em grupo ajuda a simular o meio de trabalho real cujas dificuldades enfrentadas também sugerem o convívio com pessoas e a permissividade de opiniões e críticas construtivas que geram um projeto com base forte. Com tal estímulo temos apenas a aprender. O trabalho foi entregue de forma satisfatória para o grupo e de forma surpreendente para o professor.

c) Autonomia

Como já foi demonstrado anteriormente, a força magnética que atua em um dado objeto levitante depende inversamente da distancia. Sendo assim existe, teoricamente, uma posição ótima, na qual a força magnética se iguala, em módulo, a força de peso do objeto, e assim ele se mantém parado no ar. Porém é sabido que na prática é impossível manter algo nessa posição sem que perturbações externas (ventos, imperfeições na forma do objeto, etc...) modifiquem sua posição, nem que sejam em apenas décimos de milímetro, o que já seria suficiente para que uma das forças sobrepujasse a outra, causando o desequilíbrio do sistema, o que faria ou com que o objeto caísse, ou com que ele subisse demais até encostar-se ao solenóide. Diante deste problema foram esquematizadas as seguintes soluções: a) objeto levitante na forma de um cilindro comprido, devido a sua estabilidade natural em dois dos três graus de liberdade e b) o circuito de controle “on-off” via laser e fototransistor (com a alternativa de controle PD)

A Figura 4 apresenta uma foto do protótipo do projeto: o objeto levitando e todo o aparato do experimento (<http://br.youtube.com/watch?v=IjicWYsTRs>)

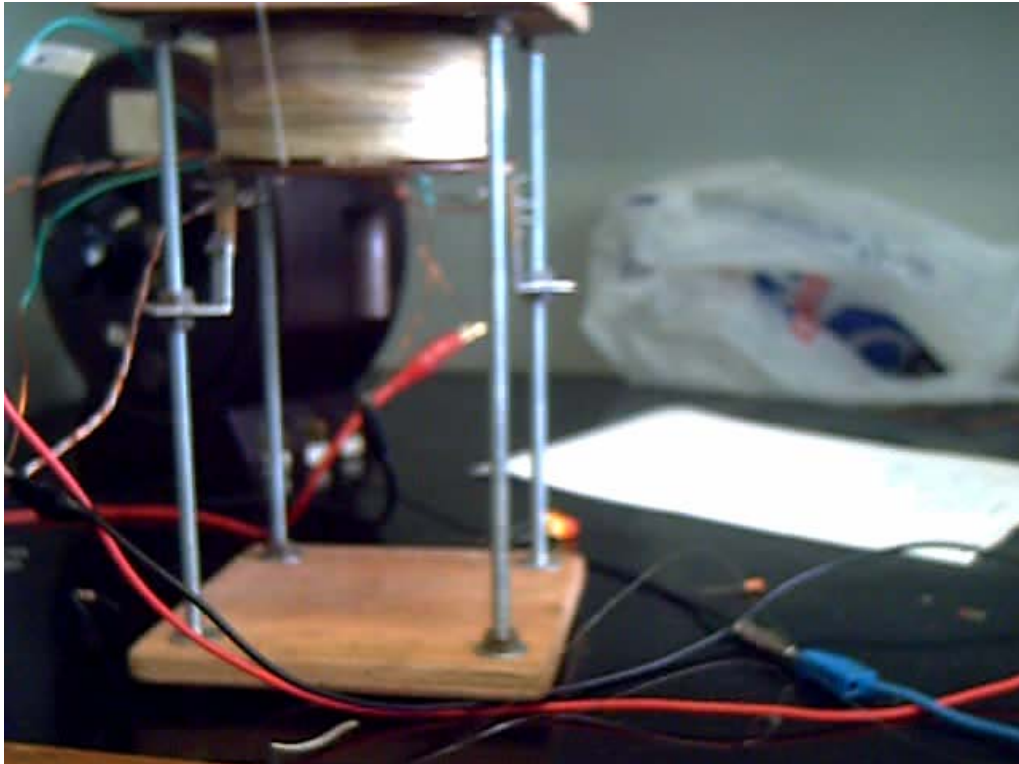


Figura 4: O projeto levitação em seu experimento final

Sob a ótica das categorias e indicadores (Quadro 2):

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Ñ evidente
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Sim
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Sim
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Ñ evidente
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Não
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Sim
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 2 – Categorias, indicadores e status do projeto Levitação Magnética

d) Comentários

O início deste projeto foi marcado pela discussão do tema. O grupo foi alertado que a proposta apresentava conceitos que seriam desenvolvidos na disciplina de Controle

dada no sétimo período do Curso de Engenharia Elétrica. Relutaram e persistiram na proposta. Estavam animados com o que viram no filme “Céu de Outubro” visto pela turma. Daí o termo “Levitador Auk-Atrativo”. No filme denominam auk (ave que não voa) os primeiros protótipos de foguete que não dão certo. A persistência do grupo verifica-se no contexto em que Piaget pensa sobre o adolescente.

O adolescente (...) reflete sobre seu pensamento e constrói teorias. O fato de que sejam limitadas, inadequadas e, principalmente, pouco originais não tem importância; do ponto de vista funcional, tais sistemas apresentam a significação essencial de permitir ao adolescente sua integração moral e intelectual na sociedade dos adultos, e isso sem mencionar seu programa de vida e seus projetos de reforma (PIAGET, 1976, p. 253)

Durante o desenvolvimento do projeto o grupo teve uma preocupação com a modelagem e conseguiram avanços consideráveis na construção do circuito magnético. O protótipo funcionou a duas semanas do prazo. Um ótimo trabalho do grupo. Questões relevantes: aprendizagem por demanda, habilidades adquiridas em laboratório e interesse / motivação.

5.2.3- Projeto Trimotor - Motor elétrico (EM1-2006/2)

a) O que queremos saber?

Buscamos com esse projeto aprender sobre a montagem e funcionamento de motores movidos à força eletromagnética.

b) O que fazer? Para quê fazer?

Será feito um motor elétrico, de atração, com 3 tempos de potência.

O projeto consiste num motor simples, com a função de transformar energia elétrica em energia mecânica.

A escolha do tema do projeto se justifica pelo fato do mesmo permitir a aplicação de grande parte do conhecimento adquirido durante as aulas, além de possuir diversas aplicações cotidianas.

c) Por que fazer?

Para adquirirmos experiência prática na parte de construção de motores. Os motores elétricos tem diversas aplicações no cotidiano. Estão presentes em diversas máquinas, como eletrodomésticos, equipamentos de construções civis, equipamentos médicos e odontológicos, brinquedos, entre outros, o que os torna muito importantes.

Através de pesquisas em livros, enciclopédias e sites de Internet é possível obter facilmente informações sobre este modelo de motor escolhido.

d) Como vamos fazer?

A montagem do projeto está dividida em vários passos:

- 1. Inicialmente o grupo discutirá sobre o modelo do motor. Usaremos como base um modelo obtido no website “Feira de Ciências”;*
- 2. No segundo passo, iremos analisar alguns modelos de motores elétricos em funcionamento para estudá-los;*
- 3. O terceiro passo será um estudo detalhado sobre sua estrutura e funcionamento, com a finalidade de obtenção de medidas e outras informações fundamentais para sua montagem e manutenção;*
- 4. Após a obtenção de todas as informações para a montagem do Trimotor, será feita uma planta, expondo todos os componentes e medidas do protótipo;*
- 5. Em seguida, será feita uma relação dos materiais necessários para a montagem e cotação de preço dos mesmos;*
- 6. Com os materiais em mãos, será feita a montagem;*
- 7. Depois de montado, o motor passará por uma série de testes para analisar seu funcionamento;*
- 8. Caso algo dê errado, ajustes serão feitos para que funcione corretamente;*
- 9. Por fim, será estudada uma possível aplicação para o motor e adaptação da mesma ao projeto;*

e) Relatório Parcial do Projeto Motor Eletromagnético.

Nosso grupo ainda está na parte de montagem do projeto, pois encontramos dificuldade em adquirir o material para montagem. Nem todo material está em mãos, mas os itens mais difíceis de adquirir nós já temos, ou sabemos onde procurar. Já avançamos no entendimento da teoria que regerá o comportamento do motor e temos as dimensões do projeto. Do material, conseguimos fazer a base de madeira e já temos como enrolar as bobina de maneira eficiente. O restante do corpo é de acrílico, que já foi encomendado mas não temos em mãos ainda, e os pistões de ferro que não estamos conseguindo

encontrar. Esperamos concluir a montagem até sábado dia 18/11, para então começar os testes e análises com o motor em funcionamento.

Na figura 5 é mostrado o trimotor desenvolvido.

<http://www.youtube.com/watch?v=v26OA1bDO2A>

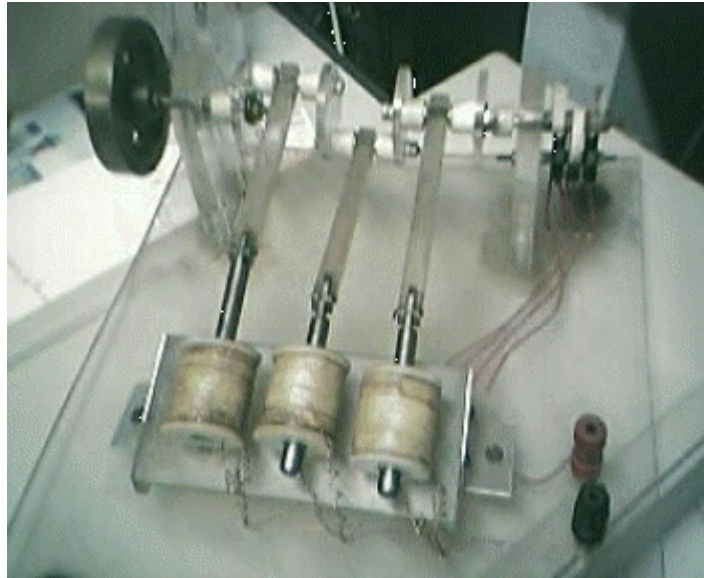


Figura 5 - Uma vista do trimotor.

5.2.3.a Categorias e indicadores identificados do projeto Trimotor - motor-elétrico:

a) Autoria

Mediu-se a velocidade angular do eixo do motor, quando o mesmo estava sujeito a correntes de 2, 2,5 e 3A. Para isto, foi preso ao eixo um carretel de barbante e o motor foi posto para girar nas devidas correntes por 10 segundos. Após o tempo, mediu-se o quando de barbante havia sido enrolado no eixo e esse valor foi utilizado como deslocamento para se calcular a velocidade angular. O eixo do motor tem diâmetro de 0,5cm, logo, perímetro de 3,1416. Este valor corresponde à uma volta completa.

b) Síntese

Como análise final do projeto, dá-se crédito ao desafio inicialmente proposto. As dificuldades foram desconsideráveis se comparadas ao ganho pessoal como experiência. Busca de diversos tipos de materiais em lojas e locais especializados, contatos com gente do ramo, pesquisas sobre o assunto, horas e mais horas de montagem, teste e análise dos resultados, assim como “quebrar a cara” em diversas

ocasiões e superar a decepção até atingir o objetivo foram alguns dos muitos pontos positivos desta empreitada.

Sob a ótica das categorias e indicadores (Quadro 3) temos o seguinte relato:

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Sim
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Sim
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Sim
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Ñ evidente
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Sim
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Sim
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 3 – Categorias, indicadores e status do projeto Trimotor – motor elétrico.

a) Comentários

Este projeto apresentou uma ótima convivência da teoria com a prática. O grupo, com boa dose de iniciativa e persistência, soube aprender a lidar com as práticas científicas de verificação, modelagem, medidas e análises. Houve a salutar preocupação em testar e identificar via medidas, as características do protótipo construído, além da convivência com o mundo real aliado às questões teóricas.

5.2.4- Projeto Transmissão e distribuição de energia elétrica (EM1-2006/2)

1. Introdução: *Como a energia gerada nas usinas responsáveis pela produção de energia elétrica chega às residências? Quais os fenômenos eletromagnéticos envolvidos no processo? E como fazer o transporte dessa energia com boa de eficiência? Essas perguntas servirão de base à realização do projeto que se baseará na construção de uma rede de transmissão e distribuição de eletricidade.*

2. Objetivo: *Têm se como objetivo do projeto a construção de uma rede de transmissão e distribuição de energia elétrica através de linhas de transmissão em tamanho*

reduzido a fim de analisar o processo, correlacionando a teoria de circuitos e eletromagnética

3. Justificativa: *Em diversos casos as usinas geradoras de energia elétrica se encontram distantes dos grandes centros urbanos, logo há a necessidade da construção de uma rede que faça a transmissão da energia produzida até o local onde ela será consumida, além disso, essa energia produzida deve ser manipulada durante o caminho de uma forma que esteja pronta para utilização ao chegar nos centros consumidores. O projeto dessa rede de distribuição é de grande relevância uma vez que qualquer falha durante o processo pode ocasionar na paralisação do fornecimento de energia, o que seria desastroso para uma cidade que necessita dessa energia para consumo, por exemplo, e devido a tal fato deve-se construir um projeto “a prova de falhas”.*

4. Metodologia: *O projeto se baseará em primeira instância na análise dos fenômenos eletromagnéticos envolvidos. A teoria analisada terá prática na construção de um protótipo que simulará uma rede de transmissão de energia, que receberá como tensão de entrada 127 V (simulando a tensão proveniente da usina geradora de energia elétrica) que antes de ser transmitida será elevada a 220V (utilizando-se transformadores específicos), em seguida a tensão será novamente abaixada para 120V ao chegar na subestação que então será distribuída para os pontos consumidores havendo antes uma nova queda de tensão (simulando os transformadores dos postes) alimentando assim cargas de natureza resistiva, e indutiva*

Durante o processo de desenvolvimento do projeto será construído em linguagem computacional de alto nível um software de computador que terá por finalidade a realização de todos os cálculos matemáticos envolvidos, programa este que será executado durante a apresentação. Serão elaboradas ao final da construção do projeto aulas expositivas a fim de explicar todo o trabalho realizado.

5. Relatório parcial

Principais etapas executadas pelo grupo

- *Planejamento e pesquisa sobre o tema*
- *Análise da viabilidade econômica do protótipo e peças.*
- *Busca de materiais para o protótipo.*
- *Obtenção de cargas para o circuito:*

- *Carga indutiva: Motores e Carga resistiva: Lâmpadas*
- *Testes para verificar se as cargas eram adequadas ao propósito geral do projeto.*
- *Construção de um retificador de corrente contínua de 127V pra 12V*
- *Busca do núcleo de ferro para transformadores.*

6. Apresentação e discussão sucinta dos principais resultados obtidos até o momento.

No primeiro momento fizemos uma análise de como será nosso circuito. Nosso circuito terá como base transformadores por isso iniciamos nossa pesquisa nesse assunto tanto a teoria quanto a construção de um transformador. A idéia inicial apresentada no pré-projeto foi a construção de um transformador e os outros que seriam utilizados seriam comprados ou obtidos já prontos.

A primeira questão analisada foi: O que alimentar? Começamos tentando responder esta pergunta, pois tendo em mente o que alimentar sabe-se a relação de voltagem a ser utilizada nos transformadores. Buscamos inicialmente material teórico. Percebemos que dependia da alimentação da carga então iniciamos nossa busca por cargas indutivas e resistivas.

Conseguimos 4 motores, 2 cuja alimentação era 127 V e 2 cuja alimentação era 12 V.

Os de 127 mostraram-se até o momento inviáveis porque a alimentação da rede elétrica não era muito interessante pra o nosso projeto, então o mais interessante eram os de 12 V. Entretanto todos 2 trabalham com corrente contínua.

Houve a necessidade de se construir um retificador de 12V para que possamos alimentar a carga.

Em posse do retificador e dos motores iniciamos nossa busca de cargas resistivas (lâmpadas de 12V) e materiais para a construção do transformador, principalmente do núcleo de ferro.

7. Dificuldades encontradas

A primeira dificuldade foi alimentar as cargas de 12 V contínuas, para isso tivemos que construir um retificador de 12V.

Ao longo do desenvolvimento das atividades realizadas até o momento, encontramos algumas dificuldades relacionadas à implementação e ao entendimento desse circuito

retificador de onda devido ao fato de o grupo, antes da realização do projeto, não possuir experiência com a elaboração de placas de circuito. E não possuir conhecimento suficiente sobre a teoria de Circuitos Elétricos, já que o circuito aborda elementos ainda não estudados em sala de aula como diodos e transistores. Além disso, outro empecilho ainda não superado é quanto à obtenção do núcleo de ferro para o transformador, tivemos que procurá-lo em vários lugares, nos quais não encontramos a peça.

5.2.4.a Categorias e indicadores identificados do projeto Transmissão e distribuição de energia elétrica

a) Autonomia

Procedimento para montagem do circuito

As seguintes etapas são necessárias para a construção do circuito retificador:

Primeiramente, deve-se imprimir o desenho do circuito na placa de cobre. Para isso é necessário colocar a folha transparente sobre a placa e esquentar o conjunto com o ferro de passar por uns 5 minutos até que se tenha certeza que a tinta do desenho soltou por completo. Depois disso, deve-se deixar a placa resfriar por uns 15 minutos e logo após, retirar a folha transparente. Na próxima etapa, mergulhar a placa na solução de perclorato de ferro e esperar até que todo o cobre se corroa, formando-se assim as trilhas. Após todas essas etapas, deve-se retirar a tinta sobre as trilhas de cobre e furar os pontos específicos para em seguida soldar os elementos eletrônicos.

Obs: Atenção para não inverter o lado dos capacitores eletrolíticos no ato da solda, pois ao energizar o circuito, se algum desses capacitores forem soldados de maneira incorreta, o mesmo explodirá (capacitores eletrolíticos possuem polaridade).

b) Síntese

A partir do conhecimento e experiência adquirida no processo de elaboração do projeto de aprendizagem, o grupo conseguiu resultados bons em maior relevância, os quais foram: alcançar o estágio de funcionamento do protótipo e entender os fenômenos e aplicações envolvidas na sua realização. Apesar da complexidade envolvida no estudo da transmissão e distribuição de energia elétrica, conseguiu-se simplificar o circuito geral da rede de modo a representar o básico do que ocorre num sistema monofásico de transmissão e distribuição. O grupo obteve bastante aprendizado no quesito teórico, conhecimento de circuitos de corrente alternada,

eletrônica básica e eletromagnetismo, além de adquirir aprendizado no que se refere às atividades práticas em laboratório.

Conclusão do projeto na apresentação:

- *Percebemos a complexidade envolvida na transmissão de energia elétrica. Havendo diversos detalhes mais específicos não apresentados nesse trabalho.*
- *Observamos as várias perdas que devem ser analisadas numa rede de transmissão*
- *Na construção no protótipo notamos a enorme diferença entre a teoria estudada e a prática.*
- *Aprendemos como contornar as dificuldades apresentadas e algumas outras encontradas no decorrer no projeto.(Principalmente quando há estouro no orçamento).*
- *Aprendemos que não precisamos ir até Araçás (Que lugar longe!!!) comprar um pacote de 2km de fio esmaltado. Aqui na Leitão da Silva eles vendem fio á metro.*

Sob a ótica das categorias e indicadores (Quadro 4):

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Ñ evidente
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Sim
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Sim
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Ñ evidente
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Sim
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Não
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 4 – Categorias, indicadores e status do projeto Transmissão e distribuição de energia elétrica

c) Comentários

Característica marcante deste projeto: o aprender por demanda (just-in-time learning). Conceitos como retificadores, corrente alternada e transformadores foram aprendidos pelo grupo sem que houvesse sido apresentados anteriormente. Os conteúdos contidos nos projetos, em geral, são desenvolvidos nas disciplinas de Eletromagnetismo 1 e Circuitos 1. Porém, há uma antecipação na aprendizagem destes conteúdos para o desenvolvimento dos trabalhos e projetos ou são concomitantes ao desenrolar das aulas.

5.2.5 Projeto Motor de passo (EM1- 2005/1)

1. Objetivo:

Compreender o funcionamento de motor de passo através da modelagem e construção de protótipo tendo como objetivo final a verificação do modelo teórico através dos resultados obtidos.

2. Metodologia:

Será feito um estudo sobre circuitos eletromagnéticos para a compreensão da modelagem teórica utilizada na construção de motores de passo. As pesquisas necessárias serão realizadas através dos livros-texto adotados, sites na internet, dentre outros. Após a etapa de pesquisa e baseando-se em projetos pré-existentis, será desenvolvido um protótipo com o auxílio dos professores e monitores. Por fim, através de equipamentos laboratoriais, serão obtidas medidas experimentais do funcionamento do protótipo, as quais serão confrontadas com o modelo teórico desenvolvido a fim de verificar-se a validade do mesmo.

3. Relatório parcial:

a). Dimensionamento e modelagem de um protótipo

b) Decisões

Através das pesquisas, estudos e discussões realizados chegou-se a conclusões importantes sobre qual modelo seria adotado na elaboração do projeto. Em relação ao tipo de motor poderíamos escolher entre o de relutância variável ou o de imã permanente, e em relação a disposição do estator poderíamos utilizar um estator de um motor de passo já desmontado ou um conjunto de toróides.

c) Tipo de motor adotado: Relutância variável no qual o rotor é constituído de uma única barra de aço acoplada sobre um eixo rolamentado.

d) Razão: Por não utilizar um rotor magnetizado, facilitando a modelagem teórica.

e) Disposição adotada: Estator composto toróides.

f) Razão: Sobre estator desmontado não poderíamos fazer qualquer previsão sobre seu funcionamento, pois não temos a bagagem teórica necessária para uma análise mais aprofundada, enquanto sobre os toróides poderíamos fazer tais previsões, visto que foi um assunto estudado na disciplina de Eletromagnetismo I.

A Figura 6 mostra o protótipo construído pelo grupo.

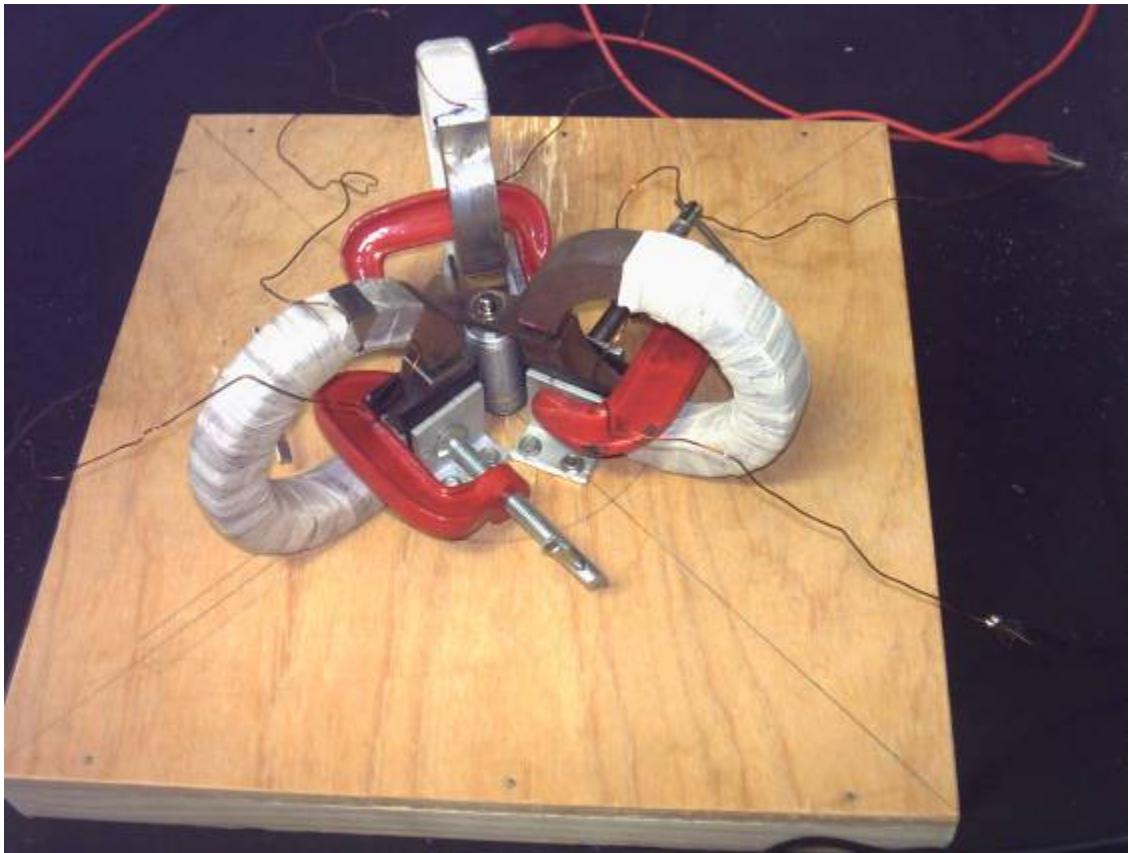


Figura 6 - Vista do motor de passo construído.

5.2.5.a Categorias e indicadores identificados do projeto motor de passo:

a) Análise

Apresenta-se na tabela acima os resultados obtidos em laboratório referentes aos três eletroímãs construídos para o protótipo. É a partir destes resultados pode-se constatar a não homogeneidade do tubo de aço comprado para a construção dos toróides, já que todos eles possuem as mesmas dimensões tanto de enrolamento como de construção e as grandezas coletadas são bastante diferentes. Outra hipótese, que pode se somar à justificativa de tamanha diferença entre os dados encontrados é a de que, durante a

usinagem, o tubo eleva muito sua temperatura devido ao atrito com o instrumento de corte podendo-se, assim, ocasionar reações químicas que modificam a composição do material, além do fato de que choques mecânicos podem desalinhar os domínios magnéticos do material.

b) Síntese

Tendo em vista todas as medidas coletadas e todos os resultados observados, pode-se concluir que o protótipo desenvolvido ilustra didaticamente o funcionamento de um motor de passo ainda que não tenha sido anexado ao motor qualquer tipo de sistema que controlasse automaticamente seu funcionamento, como observado nos modelos utilizados nas mais diversas áreas. Considerando-se o protótipo construído notou-se, ao longo do processo de testes, a baixa estabilidade do rotor. Esta baixa estabilidade deve-se tanto à interferência da força externa presente no momento de inércia do rotor como também à relativamente baixa força de atração desempenhada pelos eletroímãs. Seria possível, adicionando-se um toróide a mais para cada passo e aumentando-se o número de passos, diminuir a instabilidade observada aumentando, assim, a precisão do motor.

Considerando-se as medidas coletadas, observou-se que um dos toróides, denominado La Poderosa, apresentava dados amplamente diferentes daqueles observados nos outros dois toróides no que diz respeito à indutância, à resistência e ao campo magnético dos mesmos. Assim, a partir da análise dos resultados obtidos com La Poderosa, nota-se uma não-homogeneidade no material escolhido para a fabricação dos toróides, neste caso, Aço ANSI 1020.

Deste modo, para a utilização real do protótipo, algumas alterações deveriam ser feitas, a fim de tornar o motor um equipamento que aproveitasse a energia mecânica observada no rotor e apresentasse a precisão tão cobiçada dos motores de passo utilizados nos dias de hoje.

Sob a ótica das categorias e indicadores (Quadro 5) temos o seguinte relato:

ATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Sim
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Não
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Ñ evidente
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Ñ evidente
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Sim
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Sim
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 5 – Categorias, indicadores e status do projeto motor de passo.

c) Comentários

Este projeto, cujos autores foram Fábio de Freitas Cordeiro, Marcos Vinícius Accioly e Salim Suhel Mussi, foi um exemplo de aprendizagem na ação. Desde a escolha do tema até o protótipo final ocorreram várias situações relevantes na construção do conhecimento com a visão científica nas soluções dos problemas: a escolha dos materiais, a usinagem mecânica, a modelagem, a construção do protótipo e as análises.

5.2.6 Projeto Motor linear (EM1- 2005/1)

O que queremos saber? Queremos saber como funciona um motor linear, fazer uma discussão do efeito de um campo magnético sobre uma corrente elétrica e como isto pode ser utilizado para obter trabalho mecânico.

O que fazer e para que fazer? Aprimoraremos o projeto de um motor linear já feito anteriormente por alunos da graduação de Engenharia Elétrica – UFES, a fim de analisarmos os problemas encontrados na elaboração do projeto inicial e propor soluções para os mesmos.

Porque fazer? O interesse por um motor linear é devido a ampla utilidade na tecnologia de transportes tais como trens, metrô, trolleybus, entre outros. Além disso, esse projeto nos proporcionará uma maior interação com a área de Eletromagnetismo, que no momento é um grande desafio para o grupo. O apoio dado por alguns

professores do curso nos incentivou a levar à frente este projeto que requer conhecimentos além da nossa base.

Como vamos fazer? O passo inicial é criar uma base teórica sobre o assunto. Para sermos mais precisos, no momento estamos aprendendo a idéia geral de máquinas elétricas, que é fundamental para a compreensão do funcionamento deste trabalho. O próximo passo almejado pelo grupo é a compra dos equipamentos necessários para montagem do motor linear. Uma vez que esperamos que o projeto não funcione na primeira tentativa, por estarmos a par dos problemas enfrentados pelo grupo que desenvolveu o mesmo projeto, pretendemos nos empenhar na solução desses mesmos problemas, sem improvisos.

A Figura 7 mostra o protótipo do projeto “Motor Linear”.



Figura 7 - O protótipo construído do projeto Motor Linear

5.2.6.a Categorias e indicadores identificados do projeto motor linear:

Sob a ótica das categorias e indicadores (Quadro 6):

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Ñ evidente
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Sim
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Sim
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Sim
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Sim
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Não
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 6 – Categorias, indicadores e status do projeto motor linear

a) Comentários

O projeto “Motor Linear” desenvolvido pelas alunas Gisele Carolina Astorga Viveros, Marina Passos Ramalhete e Thassiana Batista da Costa foi realizado a partir de uma idéia da mesma proposta de um grupo do semestre anterior. Partiu de uma idéia já desenvolvida, mas que não tinha sido resolvida como na proposta inicial. O grupo aceitou o desafio de resolver o problema original. E se saiu muito bem. Identificamos, neste projeto, o desenvolvimento da autoria, da iniciativa, da contextualização do tema e da aprendizagem teoria/prática.

Assim relataram a motivação do projeto:

Inicialmente, no projeto feito anteriormente por alunos de Graduação de Engenharia Elétrica da UFES (Ribeiro, A.F., Filgueira, P.S., Chung Nin, T.H., "Motor Linear", Mimerdesk-Grupo2003_1, Projetos Integrados, www.lcee.ele.ufes.br, UFES, Departamento de Engenharia Elétrica, Vitória - ES, 2004) eles não obtiveram sucesso quanto ao rotor, pois o atrito entre a haste e o trilho era muito grande. Assim, eles não seguiram o protótipo inicial. Com esse problema já em mente, quando foi feita a escolha do trilho optou-se por um trilho *fino*, pois assim o contato entre o trilho e a haste seria menor.

5.2.7 Projeto Gaussímetro – EM1 / 2007_1

Proposta:

Introdução: Queremos construir um equipamento capaz de medir a densidade de fluxo magnético em uma dada região. O problema é criar um sensor (no caso o Sensor de Efeito Hall) capaz de indicar valores de tensão correspondentes a diversos valores de fluxo magnético, tanto alternado como contínuo.

Objetivo: Para efetuar a medida da densidade de fluxo utiliza-se do sensor de efeito Hall. Para a construção deste utilizaremos uma lâmina de material condutor que deverá apresentar as devidas características para que ocorra tal efeito. O circuito a ser implementado será projetado em função das características do sensor de efeito Hall.

Metodologia: Montaremos um sensor de efeito Hall, que estará ligado a um circuito eletrônico, que amplificará o sinal da tensão gerado pelo sensor, e posteriormente será lido por um voltímetro. Como a relação de tensão será proporcional à densidade de campo magnético o valor de tensão lido corresponderá a um valor de densidade de fluxo magnético.

O sensor Hall se baseia em uma fina placa condutora e que, quando imersa num campo magnético, apresenta uma pequena tensão entre suas extremidades. Iremos investigar o material condutor apropriado para a construção do sensor Hall para podermos ajustar o circuito eletrônico, a fim de buscar a linearidade do conjunto e determinar a faixa de valores que podem ser medidos tais fluxos sem que haja distorção.

5.2.7.a Categorias e indicadores identificados do projeto Gaussímetro:

a) Colaboração

O grupo, depois dessa tentativa frustrada resolveu entrar em contato com outros professores de outras universidades para ver se eles poderiam ajudar sugerindo uma outra saída para a construção do sensor. Porém a tentativa não obteve muito sucesso, pois os professores que trabalham nessa área compram o sensor pronto e não trabalham com a confecção do mesmo.

b) Análise

Comparando as curvas do gráfico 4 fica claro que o \vec{B} medido pelo gaussímetro assume praticamente o valor de \vec{B} real, medido pelo teslâmetro, numa faixa que varia de 0 à 90 mT. Essa diferença pode ser ainda menor, pois na realização do teste os sensores do teslâmetro e do gaussímetro não puderam ficar na mesma posição, e isso pode ter acarretado erro. Além disso, erros são ocasionados devido às limitações de componentes como o amplificador operacional.

c) Síntese

Outra dificuldade foi encontrada no projeto e construção do circuito amplificador, já que o grupo não possui uma noção muito boa nessa área. Mas, apesar disso, a construção do mesmo foi realizada com sucesso. Então com o gaussímetro construído e analisando os resultados obtidos através dos testes realizados, foi possível constatar a validade do projeto, considerando suas limitações.

Sob a ótica das categorias e indicadores (Quadro 7):

CATEGORIA	INDICADORES	STATUS
Alfabetização tecnológica	Utiliza software para simulações?	Sim
	Utiliza editor de equações?	Sim
	Usa gráfico e tabelas para apresentar informações?	Sim
	Fez uso do ambiente digital no auxílio às atividades?	Sim
Cooperação	Procurou outras pessoas durante o desenvolvimento da atividade?	Sim
	Houve interação inter-grupo?	Sim
	Incorpora sugestões de colegas externos ao grupo da disciplina?	Ñ evidente
Metacognição	Contextualiza o problema a ser desenvolvido?	Sim
	Faz análise dos resultados obtidos das medições no protótipo?	Sim
	O relatório (síntese) é bem estruturado?	Sim
Autonomia	A produção do conhecimento é original (autoria)?	Sim
	Teve iniciativa para resolver um problema?	Sim

Quadro 7 – Categorias, indicadores e status do projeto Gaussímetro.

Na Figura 8 é mostrado o gaussímetro do projeto.

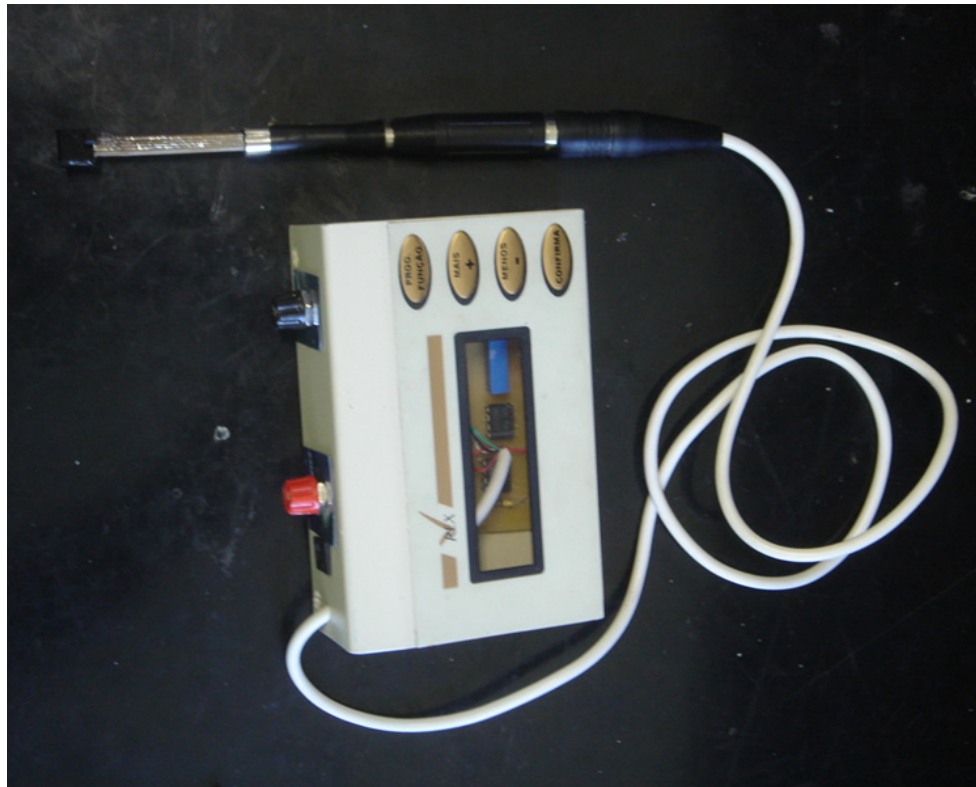


Figura 8 - O gaussímetro desenvolvido pelo projeto.

d) Comentários

O desenvolvimento deste trabalho expressou muito bem, em todas as fases, como um projeto de aprendizagem em engenharia tem importância na formação do estudante. Explicita-se a relação teoria – prática, a autonomia e a autoria na construção do conhecimento além da convivência em grupo. Toda a documentação referente a este trabalho encontra-se no site do projeto (www.gaussimetro.cjb.net). Projeto realizado por: Cesar Spinassé Peluchi, Leandro Lozer Lichtenheld e Vitor L Vitor Lecchi Giacomini Lecchi Giacomini.

5.3 Análise dos trabalhos

O que denominamos de trabalhos correspondem às atividades individuais e, geralmente, os alunos têm 30 dias para realizá-las. São entregues no ambiente virtual.

A Tabela 7 mostra algumas avaliações dos trabalhos realizados em 2006/2.

Avaliação de alguns relatórios relativos aos Trabalhos 1 e 2		
ALUNO	TRABALHO 1: “sobre o discreto e o contínuo”	TRABALHO 2: “a não linearidade em materiais magnéticos”
ROMENIGUE	Tabelas sem unidades e pouco explicáveis; erro negativo (?) e com valores incorretos. Nota: 6,0	Bom trabalho. Nota: 10,0 Aprendeu a manusear os gráficos no Matlab e melhorou na disposição das tabelas. Avançou nas questões a serem analisadas.
RICARDO RASSELI	Não deduziu o campo devido à distribuição contínua de cargas; tabela sem unidades; boa análise do discreto e do contínuo. Nota: 8,0	Fem?? Bom relatório. Nota: 9,0 As mesmas observações feitas para o Romenigue.
BERNARDO	Relatório objetivo; não apresentou códigos; sem deduções da expressão do campo devido a distribuição contínua. Nota: 8,0	Gráficos sem identificação; não fez os cálculos para 1 KHz. Nota: 8,0 Boa apresentação dos gráficos
FELIPE DEMUNER	Sem apresentação de deduções teóricas; tabelas sem legendas, unidades e análises dos resultados; sobre discreto e contínuo: sem resultados e reconhece erro no programa. Nota: 5,0	Bom relatório. Nota: 9,0
ANDRÉ MELO	Grandezas sem unidades; fez testes do programa. Nota: 8,0	Sem capa; bom relatório. Nota: 9,0

Tabela 7 - As avaliações e evoluções da atividade trabalho (turma 2006/2)

As evidências de aprendizagem nestas atividades estão no contexto dos seguintes indicadores: autoria, alfabetização tecnológica e meta cognição.

Quando o aluno pensa num problema e propõe soluções ele é o autor de sua própria aprendizagem. Neste caso há uma diferença importante daquela atividade de estudar para a prova ou fazer exercício de certa matéria. Ele tem mais autonomia e tempo para propor soluções.

Nas simulações necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos os alunos utilizam a programação nas linguagens que conhecem, geralmente os códigos em C, ou aprendem o software Matlab devido às interfaces gráficas deste. Além disso, a redação do relatório exige a aprendizagem de editores de texto, editores de equações, planilhas e tabelas. Há um incentivo à alfabetização tecnológica já no terceiro período do curso.

No Anexo D apresentamos as avaliações dos Trabalhos 1 e 2 da turma EM1-2006/2. É visível a evolução da aprendizagem se considerarmos os indicadores acima citados. No Anexo E escolhemos os relatórios do aluno Romenigue Oliveira Fernandes referentes aos Trabalhos 1 e 2 para mostrar a evolução nas competências e habilidades adquiridas. Fez o trabalho 1 com deficiências e um bom Trabalho 2. Aprendeu a trabalhar com o software Matlab e melhorou na disposição das tabelas. Avançou nas questões relacionadas às análises do problema.

A seguir destacamos algumas interações no ambiente virtual de apoio relacionadas aos trabalhos. Na Tela 1 a discussão das dúvidas entre professor e estudante. Nas telas 2 e 3 as orientações quanto ao relatório do trabalho (síntese).

De: Demuner em resposta a Mensagem 1
Enviado: 15/9/2006 12:08

Professor, estou com uma dúvida na segunda parte do trabalho: O senhor diz para que usemos um (ro)L entre 100 e 1000 elétrons/micrômetro na distribuição contínua, e que a distância máxima entre os elétrons da distribuição discreta seria de 10^{-11} m, ou seja, no máximo 10000 elétrons/micrômetro.... Esse valor parece-me absurdo, já que na contínua o mínimo é 100 e o máximo é 1000. Posso usar algo como 1 elétron/micrômetro na distribuição discreta?

De: 🧐edson2809 em resposta a Mensagem 5
Enviado: 15/9/2006 19:19

Alô, Demuner. A distância será definida pela quantidade de cargas que você colocar no espaço pré-definido.

Tela 1 - O esclarecimento de dúvidas, Trabalho 1, turma 2006/2

De: Guido (Mensagem original)
Enviado: 15/9/2006 02:05

Professor gostaria de saber se, no trabalho, há a necessidade de se fazer tabela de resultados para a questão 1 também. Estou com esta duvida porque fazendo uma boa tabela na questão 1 ela fica enorme. E, além disso, na questão 1 não há como tirar análises precisas já que o campo muda dependendo do ponto de análise. Estou com esta dúvida e não custa nada perguntar. Obrigado.

De: 🧐edson2809 em resposta a Mensagem 1
Enviado: 15/9/2006 19:16

Sim, Guido. Faça uns três exemplos, modificando a distribuição e os pontos de observação. Isto porque? Primeiro, para validar os resultados e o programa, naturalmente. Não esqueça de comparar com resultados conhecidos, como por ex., carga puntual e dipolo. E segundo, para, com os dados sistematizados, dar subsídios às análises que serão feitas a seguir. É isto.

Tela 2 - Sobre a apresentação dos resultados, Trabalho 1, turma 2006/2.

De: Douglas Niero em resposta a Mensagem 1
Enviado: 22/9/2006 19:50

De: 🤖 edson2809 em resposta a Mensagem 1
Enviado: 22/9/2006 21:01

Bernardo,

o essencial são as tabelas de medidas e gráfico destas medidas. Se vocês considerarem importante dizer alguma coisa que digam num pequeno relatório. Coloquem na pasta TRABALHO 2 de preferência arquivos zipados.

De: 🤖 edson2809 em resposta a Mensagem 2
Enviado: 22/9/2006 21:10

Ok, Douglas, já coloquei o arquivo de vocês na pasta TRABALHO 2.

ALÔ, TURMA VAMOS COLOCAR OS ARQUIVOS SOBRE AS MEDIDAS DE HISTERESE NESTA PASTA. Vamos evitar o email. Facilita o gerenciamento destes dados, ok?

De: 🤖 andremelo-01 (Mensagem original)
Enviado: 22/9/2006 18:55

Professor, estamos tentando fazer a curva de histerese no Excel, mas quando colocamos os valores de corrente negativa na tabela para fazer o gráfico, dá errado. O senhor poderia dar uma sugestão?

De: 🤖 edson2809 em resposta a Mensagem 1
Enviado: 22/9/2006 21:06

André Melo, na definição da variável corrente você tem que dizer os limites e a escala. Penso que é assim.

Tela 3 - Sobre as tecnologias computacionais, Trabalho 2, Turma 2006/2

Esta atividade reforça as recomendações para a boa formação em engenharia, ou seja, (a) identificar, formular e resolver problemas e (b) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica e (c) desenvolver trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos. Além destes requisitos, permite o convívio e aprendizagem das tecnologias de informação e comunicação.

Observando os exemplos de interações virtuais inseridas nesta tese verificamos a importância do apoio dos ambientes virtuais nestes trabalhos. Em contraposição ao ambiente puramente presencial percebemos o potencial do apoio virtual na socialização das dúvidas e na exposição pública das orientações acadêmicas necessárias ao bom desenvolvimento da aprendizagem. No ensino presencial as dúvidas são discutidas entre professor e aluno. Corresponde à comunicação um para um. No ensino presencial apoiado pelos ambientes virtuais os fóruns permitem a comunicação de muitos para muitos com a vantagem dos registros armazenados nos ambientes.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os experimentos com projetos e trabalhos mediados pela telemática relatados neste capítulo mostram que caminhos novos são possíveis na formação em engenharia. As evidências apresentadas quanto a novas formas de aprender explicitam aspectos relevantes que foram sistematizados nas categorias e indicadores que balizaram as análises dos dados. É vital para o engenheiro hoje a convivência com as tecnologias da informação e comunicação assim como é vital a capacidade criativa para resolver problemas novos.

6 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Uma das questões de investigação deste trabalho é como os ambientes virtuais podem facilitar e melhorar a aprendizagem em um curso de engenharia elétrica. E em que medida os ambientes virtuais de aprendizagem e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação acrescentam na formação do estudante de engenharia, em relação às práticas pedagógicas presenciais.

As experiências com ambientes virtuais e outros recursos (tais como email, msn, blogs, e sites concebidos pelos alunos) que servem de subsídios à nossa pesquisa foram realizadas nas disciplinas Eletromagnetismo I / II e Circuitos Elétricos I / II no período de 2003 a 2007. Nestas disciplinas, as tecnologias da informação e comunicação, no geral e o ambiente virtual, no particular, dão suporte às interações de estudante / estudante / professor e disponibiliza espaços para a interação e compartilhamento de documentos.

Os experimentos desenvolvidos em ambiente virtual com os alunos e professores têm como norte a coleta de dados que permitam análises sob a ótica das categorias e indicadores escolhidos tais como: a apropriação das tecnologias de informação e comunicação, a cooperação, a autonomia e a meta cognição.

Quais as vantagens das TIC no apoio ao desenvolvimento dos projetos? A resposta está (a) nas facilidades de acompanhamento das atividades via ambiente virtual, msn, e-mail e blog ou sites, (b) nos registros de documentos tais como relatórios e apresentações e (c) o acervo de projetos concluídos em turmas anteriores. Sem o apoio das tecnologias o acompanhamento e o compartilhamento de documentos seriam realizados presencialmente e as informações não estariam disponíveis a todo o grupo.

6.1 Os ambientes virtuais utilizados

O primeiro ambiente virtual utilizado foi o Mimerdesk, no período em 2003 e 2004. A Figura 9 mostra a tela inicial do ambiente.

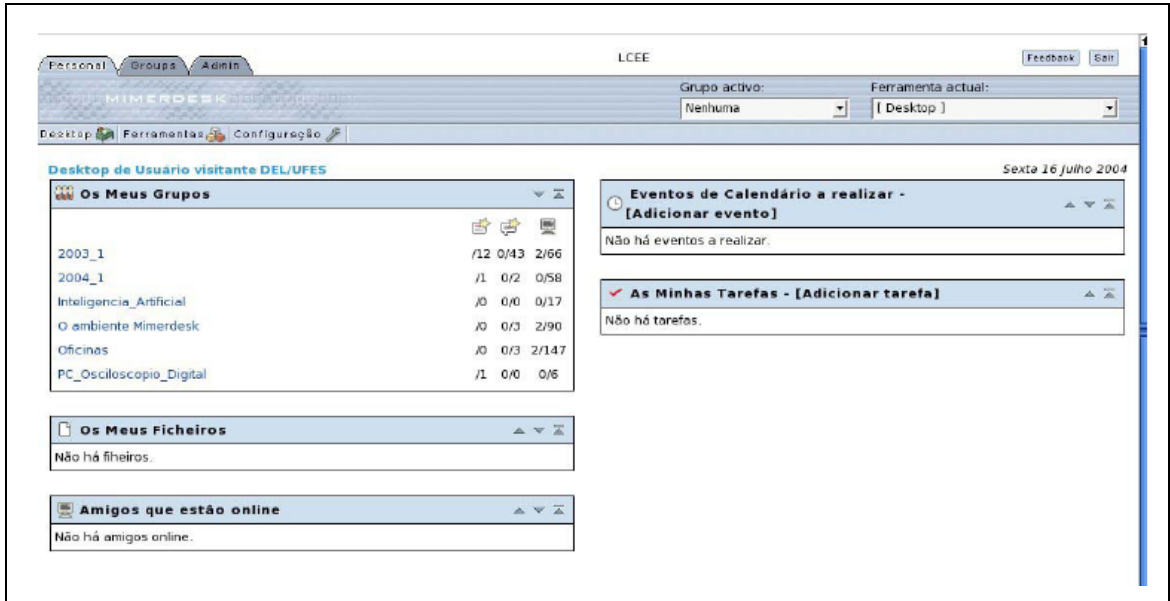


Figura 9 - Tela inicial do ambiente Mimerdesk

A configuração do ambiente apresenta a divisão em: (1) grupos privados formados por alunos de um mesmo período curricular (2003-1 e 2004-1) e disciplinas de graduação e pós-graduação e (2) grupos públicos como oficinas e o ambiente Mimerdesk.

A configuração do Mimerdesk apresenta espaços da interação (fórum, mensagens internas e notícias) e registro e acesso de documentos. Cada grupo tem fóruns específicos associados às disciplinas e projetos (comuns às turmas de Eletromagnetismo e Circuitos). O mesmo ocorre com as pastas para acesso e registro de documentos.

Disponibiliza ainda espaços para arquivos pessoais e grupo, agenda e uma ferramenta de gerenciamento de projetos. A Figura 10 mostra a página dedicada aos projetos da turma 2003/1.

The screenshot shows the Mimerdesk interface for a group named '2003_1'. The interface includes a top navigation bar with 'Personal', 'Groups', and 'Admin' tabs, and a status bar with 'LCEE', 'Grupo activo: 2003_1', and 'Ferramenta actual: - Ficheiros'. The main content area is titled 'Ficheiros do grupo 2003_1' and displays a table of files with columns for Name, Size, Date & Time, Revision, Sent by, and Actions. Below the table, there is a summary of file statistics and a dropdown menu for actions.

Nome	Tamanho	Data & hora	Revisão	Enviado por	Ações
Posto anterior	-				
Avaliação dos pré-projetos	68.5k	2004/07/14 09:11	-	Edson Pereira Cardoso	Descrição Renomear
AmplificadorDistorcão-BrunoRafaelRenan.sxw	6.5k	2004/06/04 12:47	1.0	Rafael P. Fonseca	Propriedades Download Ver
andamento do projeto 1.doc	41.5k	2004/07/07 19:29	1.0	Marcelo Stocco	Propriedades Download Ver
anteprojeto-TIARAE LUCIENE.doc	26.0k	2004/06/04 13:37	1.0	Tiara Rodrigues Smarssaro	Propriedades Download Ver
Detector de Movimento por Variação Luminosa.doc	27.5k	2004/06/04 17:13	1.0	Felipe M. Kamei	Propriedades Download Ver
LantemadaFaraday	1.1k	2004/06/04 15:27	1.0	Rodolfo M. Yamano	Propriedades Download Ver
Lanterna_Bernardo.doc	31.5k	2004/06/04 16:16	1.0	Carlos Eduardo Schmidt Castallari	Propriedades Download Ver
Lanterna_Marcelo Stoco.doc	34.5k	2004/06/07 14:44	1.0	Marcelo Stocco	Propriedades Download Ver
Motor Linear-Thiago - Patrick - Alexandre.sxw	7.5k	2004/06/04 12:50	1.0	Thiago Hemerly Chung Nin	Propriedades Download Ver
motoregerador.sxw	6.9k	2004/06/04 11:01	1.0	Kleyser Cuzzuel Machado	Propriedades Download Ver
Preprojeto-ChaveElevador-Rodrigo.doc	31.5k	2004/06/03 23:06	1.0	Rodrigo Costa Guzzo	Propriedades Download Ver
Pré projeto-Faraday-Diogo.doc	26.0k	2004/06/03 18:12	1.0	Diogo Costa Braga	Propriedades Download Ver
RELÉS - Marcelo , Marcelo e Ricardo Alexandre.doc	27.5k	2004/06/04 15:14	1.0	Edson Pereira Cardoso	Propriedades Download Ver
Sensores Informativos - Patrick - Eduardo - Gabriel.doc	33.0k	2004/06/04 22:23	1.0	Patrick Gonçalves Ferreira	Propriedades Download Ver
TESTADOR DE BATERIA-aldo,daniel,rodrigot.doc	31.5k	2004/06/04 22:37	1.0	Aldo Silva Almeida	Propriedades Download Ver
Testador_de_Bateria.doc	33.5k	2004/06/04 19:28	1.0	Tiago Silva Barbosa	Propriedades Download Ver
trabalhoignicao.sxw	9.8k	2004/06/03 11:45	1.0	Gustavo Magnago	Propriedades Download Ver

Há 16 ficheiro(s) (377.7k) e 1 directório(s) na directoria actual. 5.9M (11.8%) da quota 50.0M usados.

Seleccionar acção para os ficheiros e pastas seleccionados: Apagar [OK]

Figura 10 - Tela do mimerdesk mostrando a página dos projetos

Uma experiência positiva no uso deste ambiente virtual foi a criação de um grupo de oficinas tecnológicas. Especialmente o grupo sobre o conhecimento do software matlab. Esta oficina teve a mediação de um monitor aluno que disponibilizou os tutoriais e discutiu as dúvidas apresentadas pelos alunos.

O segundo ambiente virtual utilizado (2006/2) foi o ambiente de grupo do MSN (<http://groups.msn.com/ELETROMAGNETISMOI-20061>). A Figura 11 mostra a tela inicial do site. Este ambiente apresenta menos recursos que o mimerdesk, mas permite fóruns e bons recursos de compartilhamento de arquivos. Tem espaços para notícias e links sugeridos pelo professor e pelos alunos. Tem a vantagem de, num mesmo endereço eletromagnético, estarem acessíveis as ferramentas síncronas e assíncronas (fóruns, notícias, messenger, e-mail) e ferramentas de registro e disponibilização de materiais de aprendizagem.

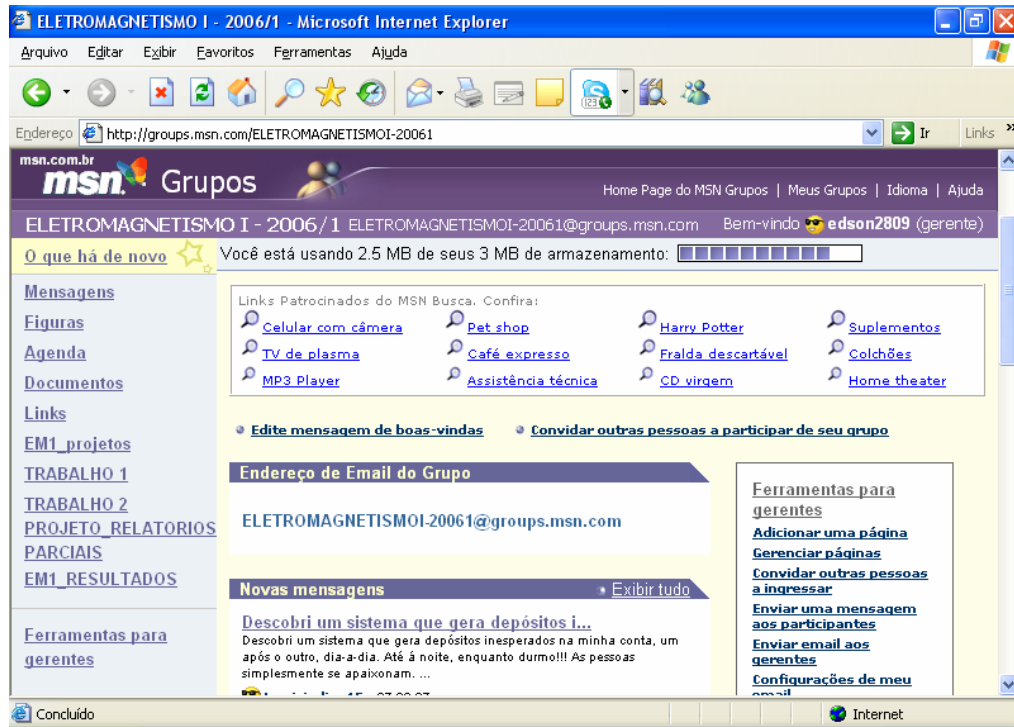


Figura 11 - A página inicial do msn groups.

Em 2007 começamos a utilizar o ambiente de grupo do Moodle (<http://www.ele.ufes.br/moodle/>). Este ambiente está configurado por grupo / disciplina do Departamento de Engenharia Elétrica (Figura 12). Esta configuração facilita ao aluno acessar as disciplinas que cursa desde que estas disciplinas usem o ambiente.



Figura 12 - A página inicial do ambiente Moodle

Este ambiente apresenta uma configuração confusa para o gerenciamento de documentos e temas dos fóruns. No entanto permite a criação de grupos de oficinas tecnológicas acessíveis aos alunos do curso de Engenharia Elétrica.

A Figura 13 mostra a tela inicial da disciplina Eletromagnetismo 1.



Figura 13 - O ambiente Moodle em Eletromagnetismo 1

Os requisitos básicos necessários para um bom ambiente virtual de aprendizagem em engenharia elétrica são:

- Uma boa configuração de fórum
- Uma boa configuração de compartilhamento e registro de documentos
- E, se possível, um editor cooperativo de páginas para o acompanhamento dos projetos

A nossa prática tem sido o uso de ambientes complementados com outros recursos tecnológicos tais como e-mail, msn, blog / sites e site de armazenamento ou hospedagem de documentos.

6.2 O uso do ambiente virtual de aprendizagem

Consultando os alunos de Eletromagnetismo, em turmas recentes, através de questionários, verificamos que todos têm computador, conectado à internet, em suas

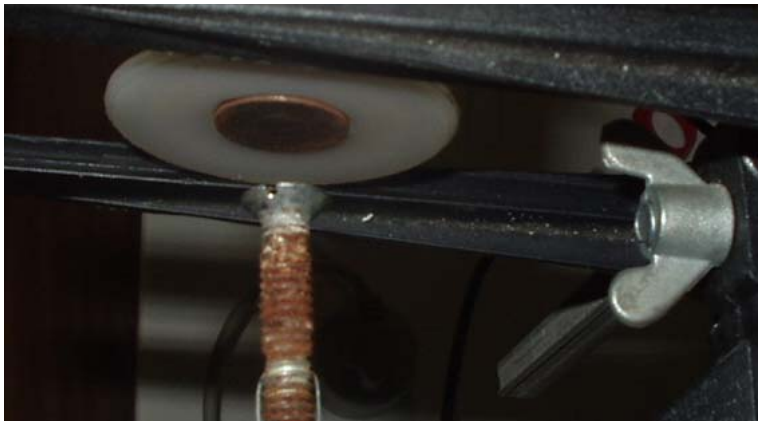
residências. E cerca de 93% dos estudantes o utilizam frequentemente como apoio às atividades escolares (Anexo F). Esta informação é relevante, pois nos diz da disponibilização dos recursos telemáticos, em tempo integral, seja para lazer ou para atividades de aprendizagem. E percebe-se um crescimento do uso destes recursos quando há um estímulo pelo uso de ambientes virtuais de apoio.

A Tela 4 mostra uma conversa no msn com o aluno André Alexandre sobre o projeto Levitação eletromagnética, em 17/10/2006. É uma interação síncrona, de um para um, entre o aluno e o professor. A preocupação do aluno se refere à modelagem e suas relações com os resultados obtidos em medições no protótipo desenvolvido. A ressaltar as preocupações com a análise e a contextualização do problema. Presente a meta cognição mediada pelo msn e email.

Andre: **acabei d t mandar um email c a foto do preguin levitando**

edson diz: ok, verei

edson diz: beleza, agora vi



Andre™ diz: **a distancia ai eh de 8mm**

Edson diz: está última foto está ótima. Tem que ficar registrada

Andre™ diz: **a unica coisa estranha nao q seja ruim, a forca esta 7 vezes maior do que o calculado**

Edson diz: Calma. Precisa verificar a distância do eletroímã. Vocês estão trabalhando com uma modelagem não trivial.

Andre™ diz: **eu acho q o erro deve estar no erro do calculo da forca. n deve tambem se levar enconta o campo criado pelo parafuso quando ele eh magnetizado?**

Edson diz: A verificar. O ponto de referência para o campo é o ponto médio do parafuso?

Andre™ diz: **n, eh o topo dele**

Edson diz: Porque não o ponto médio?

Andre™ diz: **usamos a modelagem que vc passou p/ gente em sala**

Andre™ diz: **da atracao do entreferro e nela, se usa o campo na extremidade do elemento q esta sendo atraido.**

Edson diz: Pois é, mas taí uma dúvida

Andre™ diz: **colocar o ponto medio como referencia**

Andre™ diz: **o campo nakele ponto seria menor**

Andre™ diz: **iria diminuir ainda mais a forca**

Andre™ diz: **eu acho q talvez, integrar a forca ao longo do comprimento seria uma aproximacao melhor....**

Edson diz: O parafuso opera, sob a ação do campo, como um imã

Andre™ diz: **a questao eh, mesmo se usarmos o mesmo material p/ o elemento levitante(yR conhecido)... como modelar esse campo q ele ira gerar?**

Edson diz: Pensando melhor: se o pto de massa é mais distante a força é menor. Não é isto? acho que tem coerência

Andre™ diz: **... n entendi**

Edson diz: O pto de referência deve ser o o centro de massa

Andre™ diz: **hum... pq?**

Andre™ diz: **a estabilidade da levitacao eh baseada q a forca, ou pelo menos a maior parte dela, atue acima do centro de massa**

Edson diz: Logo a força deve ser menor. Outra coisa, tem o fio segurando. A massa não está livre

Andre™ diz: **o fio esta segurando o parafuso p/ ele nao subir mais**

Edson diz: Sim, mas a tensão no fio tem que ser considerada

Andre™ diz: **claro**

Andre™ diz: **ela atua no mesmo sentido do peso**

Andre™ diz: **o q reforca a hipotese da forca magnetica esta maior do q devia**

Andre™ diz: **pq ela n soh esta maior q o peso, mas maior q a soma do peso + a tração do fio**

Edson diz: isto

Andre™ diz: **sim... e?**

Tela 4 - Conversa no msn com o aluno André Alexandre, turma 2006/2

O diálogo, mostrado na Tela 5, diz da conversa entre três alunos no ambiente msn groups sobre dúvidas em programação. Nesta conversa, que não tem a participação do professor, eles discutem sobre o programa para resolver questões de um trabalho de Eletromagnetismo¹, turma 2006/2. É o fórum como ferramenta a serviço da aprendizagem cooperativa.

De: [Douglas Niero](#) (Mensagem original)

Enviado:

7/9/2006 23:57

Estou tendo dificuldades para fazer o trabalho de calcular o Campo Elétrico (exercício 1).

Estou fazendo em C no Dev-C++

O problema é o seguinte:

quando coloco o programa para trabalhar com a permissividade elétrica do enunciado do trabalho ($8,85 \times 10^{-12}$) ou com qualquer outro número pequeno, o Dev-C++ não consegue trabalhar com esse número porque ele é muito pequeno.

Ele considera como "0.000000". Ele trabalha com até 6 casas decimais.

O mesmo acontece se eu usar números grandes igual o k (9×10^9).

Gostaria de saber como vocês estão lidando com isso.

Abraço

De: [Acacio](#) em resposta a [Mensagem 1](#)

Enviado: 8/9/2006 11:29

Quando vc for declarar as variáveis tente usar **double** ao invéz de **float**.

O double trabalha com 16 dígitos decimais. Acredito que já é suficiente para fazer este trabalho, mas se vc necessitar de ainda mais dígitos decimais existem outros tipos ainda maiores, então eu deixo para galera falar porque os outros eu não sei.

Falou!

De: [Acacio](#) em resposta a [Mensagem 2](#)

Enviado: 8/9/2006 15:02

Lembrei também do **long double** com 32 dígitos decimais.

De: [Douglas Niero](#) em resposta a [Mensagem 3](#)

Enviado:

10/9/2006 21:33

valeu Acácio

De: [Guido](#) em resposta a [Mensagem 1](#)

Enviado: 10/9/2006 23:34

O problema provavelmente está no modo como você está declarando, lendo e imprimindo suas variáveis. Para declarar vc deve fazer do seguinte modo:

```
main( )
{
double x;
.
.
.
}
```

Para ler:

```
scanf("%lg",&x);
Para imprimir:
printf("bla bla bla %lg bla bla bla",x);
```


Assim vai dar certo. Até.

Tela 5 - Mostra interações no ambiente msn groups, turma 2006/2

A Tela 6 mostra outro exemplo de ajuda ou colaboração entre estudantes.

Ao iniciar a discussão dos temas e a formação de grupos, no começo do semestre letivo, acontece a formação dos grupos. Os temas e os grupos são escolhidos pelos próprios alunos.

preciso de grupo para o projeto

,De:  áð©Bé® (Mensagem original)

Enviado: 15/8/2006 11:45


alguem ta fazendo sozin ou ta com um grupo com 2 pessoas, to precisando d um grupo para fazer o projeto, se alguem tiver vaga me avise.....

felipe fonseca

De: leandro em resposta a Mensagem 1

Enviado: 15/8/2006 16:04

ai filipe o meu grupo falta um se quiser entrar me procura, leandro

De:  áð©Bé® em resposta a Mensagem 2

Enviado: 15/8/2006 23:18

leandro, claro q quero sim, eh so eu descobrir qm eh vc....srs..pq nao tenho certeza qm eh e se tem mais d um la na sala.....vlw amanha na aula a gnt se fala....

Tela 6 - A colaboração entre alunos, msn groups, turma 2006/2

Os fóruns são mediados pelo professor, mas os temas dos fóruns podem ser iniciados tanto pelo estudante como pelo professor. Este procedimento pode tornar a apresentação dos temas um pouco caótica, porém permite uma maior liberdade ao aluno.

A Tela 7 apresenta o relatório parcial do projeto “Chaves capacitivas e indutivas” da turma de 2004/1 no ambiente Mimerdesk. Ressalte-se a colaboração entre colegas e

projetos de turmas anteriores e as iniciativas na procura de soluções para os problemas encontrados.

2004/07/07 18:02

Relatório do Projeto Chaves Capacitiva e Indutiva- Luciene e Tiara

Relatório do Andamento do Projeto Chaves Capacitiva e Indutiva
Componentes : Tiara Rodrigues Smarssaro - tiara_rs@yahoo.com.br
Luciene Bazoni Gotardo - lucienegotardo@hotmail.com

Até o presente momento estamos seguindo o cronograma anteriormente apresentado. Temos buscado as informações necessárias para o entendimento da chave capacitiva e construção da mesma na próxima etapa, prevista para ter início em 18/07/2004. Até agora não testamos nada em protoboard, mas em posse do projeto concluído teoricamente até essa data, poderemos construir o protótipo do mesmo. As nossas dúvidas até agora têm sido sanadas pelos colegas dos períodos mais avançados, que realizaram o mesmo projeto. A dificuldade de entender o funcionamento dos componentes que nunca trabalhamos anteriormente existe, como por exemplo, transformadores, transistors e amplificadores operacionais, mas a cada dúvida buscamos na internet como nos sites www.eletricazine.com.br e <http://www.dsee.fee.unicamp.br/~ari/ET515/ET515.html> informações sobre o funcionamento básico de cada um. A construção do amplificador operacional diferenciador requisitada pelo professor Segatto tem também nos auxiliado. Encontramos alguns modelos da chave capacitiva na internet, mas optamos pela inspeção do projeto encontrado na Revista Eletrônica Total, reportagem 'Controle por toque para automação', apesar de ser mais difícil, mas levamos em conta que o aprendizado será maior e também que este mesmo projeto já foi realizado com sucesso.

Tela 7 - Relatório parcial do projeto de um grupo, mimerdesk, turma 2004/1

A Tela 8 mostra uma atividade de monitoria on-line referente ao trabalho 2 na turma 2007/1. Participam seis alunos e o professor. O trabalho é uma atividade individual

realizada no prazo de um mês. E se na realização do mesmo houver dúvidas estas podem ser discutidas em grupo junto com o professor, no momento que estas ocorrem.

Trabalho 2

por [Duar Pignaton Pignaton](#) - sábado, 26 maio 2007, 17:25

Professor, na questão 2 do trabalho, quando somos solicitados a obter a curva de permeabilidade relativa, surge a dúvida: obter a curva apenas para a curva de magnetização inicial ou para todo o laço de histerese? Quando usa-se todo o laço de histerese, a curva de permeabilidade relativa fica com formato confuso e de difícil comparação e análise.

Obrigado

por [Thierry Rampinelli Rampinelli](#) - sábado, 26 maio 2007, 21:07

Por acaso alguém tá achando uma parábola para a questão 3?

ou algo parecido? É isso que eu tô achando....

por [Thierry Rampinelli Rampinelli](#) - sábado, 26 maio 2007, 22:25

🤡 Problema corrigido! 😊

por [Vitor Lecchi Giacomin](#) - domingo, 27 maio 2007, 11:37

O meu μ_i da número 3 deu mais ou menos o dobro do μ_i da número 2. Tô procurando algum erro aqui mas não vejo nenhum.

por [Frederico H. F. de Lima](#) - domingo, 27 maio 2007, 11:53

Professor, surgiu uma outra dúvida agora, como uma curva está dando mais ou menos 2.3 vezes (corrigido) o valor da outra, eu posso calcular o μ_i do material direto por $\mu_r = B / \mu_0 H$? O B que nós medimos foi no ar, logo não é o B dentro do material, então não podemos substituir direto. Estou certo? Se tiver como posso fazer esse ajuste?

por [Edson Pereira Cardoso](#) - domingo, 27 maio 2007, 14:56

Frederico, mas o fluxo é considerado o mesmo em todo o circuito. Esta é uma aproximação que fazemos e é válida quando o entreferro é pequeno em relação às outras dimensões.

por [Luciano Dortas Maffei](#) - domingo, 27 maio 2007, 23:24

Mas então ocorre mesmo essa pequena diferença entre os cálculos de μ_r ?

por [Edson Pereira Cardoso](#) - domingo, 27 maio 2007, 14:53

Duar a permeabilidade é calculada sobre a curva de magnetização.

por [Heitor Favoreto Henrique](#) - segunda, 28 maio 2007, 14:54

Professor, não entendi ainda. É sobre a curva de magnetização inicial ou sobre toda curva de magnetização (que inclui o laço da histerese)?

por [Edson Pereira Cardoso](#) - segunda, 28 maio 2007, 16:06

Heitor, curva de magnetização é a curva inicial que vai de $I = 0$ até a corrente máxima positiva (saturação). As outras curvas correspondem à histerese propriamente dita

por [Heitor Favoreto Henrique](#) - segunda, 28 maio 2007, 16:24

Ok professor. Agora entendi perfeitamente.

por [Heitor Favoreto Henrique](#) - segunda, 28 maio 2007, 17:55

Professor, na questão 3. Você tinha dito que era para gerar novos valores de permeabilidade relativa com base na resolução do circuito magnético, e com isso, plotar esses valores em função do campo magnético calculado na questão 1 pela fórmula : $H = N \cdot i / l$. Não é isso?! Mas se for isso, não entraria numa contradição?! Pois se há novos valores de permeabilidade relativa, deveríamos calcular novos valores de H com base na fórmula $B = \mu H$ e em seguida plotar essa permeabilidade relativa em funcao de um novo vetor de campo magnetico. Se for usado a mesma formula de $H = N \cdot i / l$, com uma nova permeabilidade, haverá uma mudanca de B. Mas B foi obtido experimentalmente, não pode ser mudado. Professor, estou certo?

por [Edson Pereira Cardoso](#) - segunda, 28 maio 2007, 19:02

Calma lá Heitor. O item 3 propõe uma solução teórica. Para comparar com os valores medidos deve-se utilizar os mesmos pontos, não? Então para um ponto (B,H) ou (B,i)medidos, os valores B/H devem estar próximos da permeabilidade calculada em

por [Felippe Rodrigues Cavalcante](#) - segunda, 28 maio 2007, 19:24

Professor, Meu $\mu_{teorico}$ tá dando mais ou menos 1,33 vezes o $\mu_{experimental}$. Isso tá certo? []'s

por [Heitor Favoreto Henrique](#) - segunda, 28 maio 2007, 20:22

Ok Professor. Faz sentido comparar sobre os mesmos pontos de H.

Este diálogo, realizado no sábado, domingo e segunda-feira, mostra como o ambiente virtual tem vantagens em relação à monitoria presencial. A discussão das dúvidas se estabelece num espaço coletivo acessível a todo grupo e pode se realizar independente dos limites de espaço e tempo.

O uso da telemática no ensino de engenharia acrescenta novas formas de aprender, reforçando o papel do aluno como autor de sua aprendizagem. Em 2007 resolvemos estimular o uso de blog ou site como espaços virtuais de documentação e descrição dos projetos. Cada projeto teve um blog ou site para o inventário do conhecimento construído. O pré-projeto, os relatórios parcial e final, além do diário da investigação e links utilizados fazem parte da documentação inserida nestes espaços. A Tabela 8 mostra os endereços de cada projeto da turma 2007/1.

PROJETO	GRUPO	ENDEREÇOS
1. Medição de Corrente por Proporcionalidade	Heitor, Tadeu, Peter.	
2. Controle de um motor de passo através de um computador	Douglas, Patrick Silva Rogério	http://steppermotorcontrolled.blogspot.com/
3. Gaussímetro	César, Leandro Lozer, Vitor	www.gaussimetro.cjb.net
4. Suspensão e Levitação Magnéticas	Thalles, Frederico, Henrique	http://maglevufes2007.blogspot.com/
5. Motor Elétrico e Reaproveitamento Energético	Luciano, Eduardo, Alexandre	http://reapener.blogspot.com/
6. Transformador de alta tensão aplicado a uma bobina tesla	Bernardo Loureiro, Bruna, Gabriel	www.trafoat.blogspot.com
7. “Mini-guindaste” eletromagnético	Gustavo, Thiago Messner, Antônio Victor	http://eletroguindaste.blogspot.com/
8. Acelerador Magnético (pistola à bobina)	Caio, Leonardo	http://eletrocoilgun.blogspot.com/

Tabela 8 - Os projetos, com seus respectivos endereços web, da turma 2007/1 (continua)

Tabela 8 - Os projetos, com seus respectivos endereços web, da turma 2007/1 (conclusão)

PROJETO	GRUPO	ENDEREÇOS
9. Rompendo a rigidez dielétrica do ar	Felipe Machado, Andrey, Thiago Machado	http://thedielectricrigidityofair.blogspot.com/
10. Frigideira magnética	Fernanda, Isaias, Marianna	http://fe-blogdafe.blogspot.com/
11. Desenvolvimento de um Freio Eletromagnético	Carina, Felipe Rodrigues, João Gabriel	http://www.freioeletromagnetico.blogspot.com/
12. Perfurador eletromagnético	Gustavo Rezende, Igor, Thierry	www.perfurador.blogspot.com
13. Gerador eólico	Felipe Guimarães, Lucas, Michele	http://geradoreolicoufes.wordpress.com/
14. Correntes de Foucault	Duar, Rafael, Diogo	http://iparasitas.blogspot.com/
15. Transformação de energia eólica	Leonardo Alvarenga, Bruno	http://energiaeolica.blog.terra.com.br

A necessidade da publicação do que se fez, o que fará e o como está o andamento dos trabalhos cria uma nova forma de aprendizagem. Os alunos têm nos projetos uma nova forma de aprender, mas a publicação em sites reforça a autoria do conhecimento desenvolvido e permite o exercício da metodologia científica.



Figura 14 - O site do projeto Gaussímetro, da turma 2007/1

Na Figura 14 está apresentada a página inicial do projeto Gaussímetro com os links que registram toda a documentação do projeto. Na seção Diário (Figura 15) tem 17 inserções, cobrindo o período de 9 de abril a 21 de junho de 2007, descrevendo todo o andamento do projeto.



Figura 15 – A página do diário do projeto Gaussímetro.

Com a preocupação de disponibilizar o acervo do conhecimento construído nas turmas anteriores utilizamos o site de hospedagem de arquivos 4shared (Figura 16). Constam todos os documentos relativos às disciplinas Eletromagnetismo 1 e Eletromagnetismo 2 cobrindo o período de 2003 a 2007. Projetos (plano, relatórios e apresentação), trabalhos, artigos e demais documentos que contam a história pedagógica dos cursos.

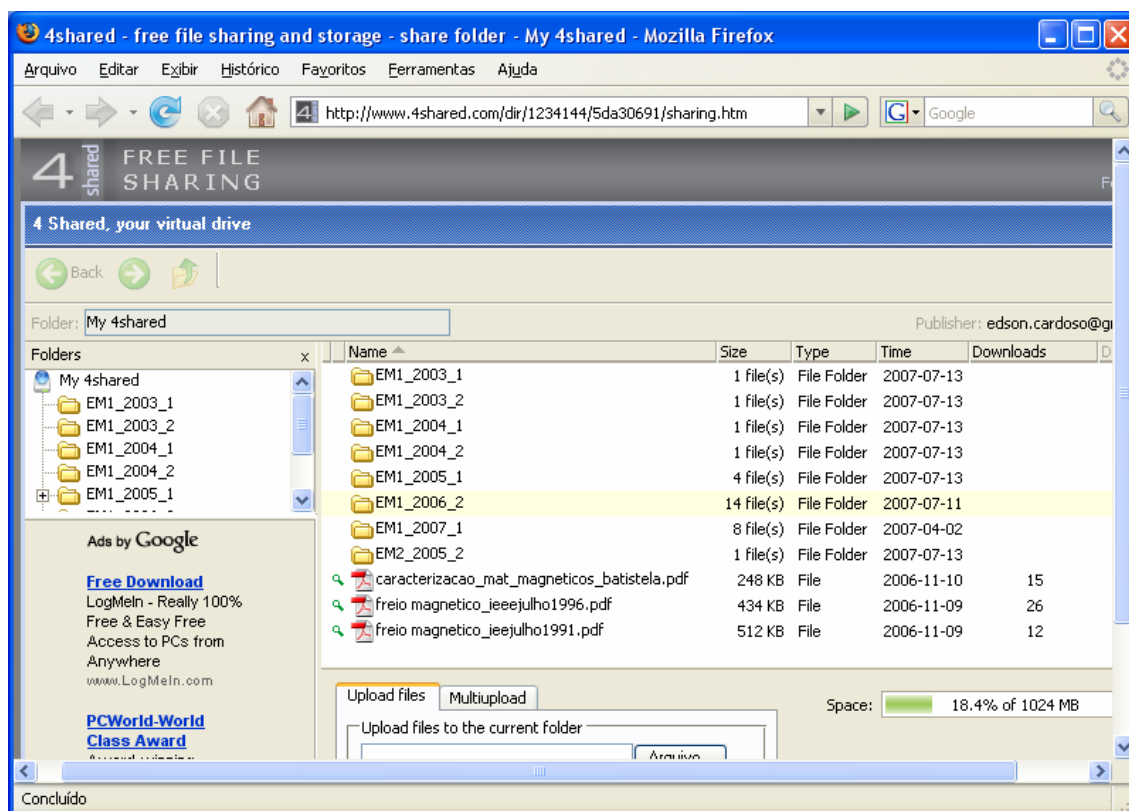


Figura 16 – O acervo de toda a documentação da disciplina Eletromagnetismo.

<http://www.4shared.com/dir/1234144/5da30691/sharing.htm>

A apropriação das tecnologias da informação e comunicação dá suporte à construção do conhecimento e acrescentam na formação do estudante de engenharia em relação às práticas pedagógicas presenciais. Mas estas novas práticas devem apontar caminhos para o uso adequado das tecnologias. Não basta ter tecnologia é preciso ter um modelo de uso.

Um ambiente virtual de aprendizagem, para a educação em geral e para o ensino de engenharia, em particular, deve considerar, além do exercício da aprendizagem cooperativa, a dinamização do atendimento extraclasse. Dos experimentos realizados podemos citar alguns aspectos que diferenciam e avançam em relação às práticas presenciais:

- A socialização das dúvidas e esclarecimentos. E a inserção de muitos alunos neste processo com a redução do esforço do professor;
- O desbloqueio das restrições de espaço e tempo;
- A construção de um acervo de esclarecimentos de ano a ano, podendo ser usado pelas turmas posteriores e na preparação de melhores textos de apoio;
- O desenvolvimento de trabalho em grupo;

- A criação de uma biblioteca digital com projetos e trabalhos realizados;
- A disponibilização de artigos técnicos científicos;
- O recebimento e publicação de trabalhos e projetos;
- Melhor realização dos projetos de aprendizagem.

Quanto ao desenvolvimento e acompanhamento de projetos podemos citar algumas facilidades permitidas pelos ambientes virtuais: o não manuseio de papel, a flexibilização dos horários para conversas, facilidades nas trocas entre projetos e a possibilidade de se realizar workshops com as comunidades interna e externa.

Outro recurso permitido em ambientes telemáticos é o das oficinas tecnológicas virtuais. O apoio ao aprendizado de tecnologias diversas, entre as quais podemos citar softwares como matlab, spice, eagle (circuito impresso), cmaps (mapas conceituais) pode se realizar via oficinas. Estas oficinas, utilizando a aprendizagem cooperativa, desobrigam o professor das atividades de ensino destas ferramentas específicas de simulação, análise, modelagem, projeto e cálculos. Podem se implantadas através dos próprios estudantes, que em assim procedendo, estarão se aperfeiçoando no uso das tecnologias ao mesmo tempo em que ajudam os novatos a darem seus primeiros passos.

Nossa experiência com o uso de um ambiente virtual de apoio à aprendizagem, segundo propostas construtivistas, muda o comportamento do aluno frente à aprendizagem. Ele passa a ver o ambiente digital como um auxílio às suas atividades. O relato do aluno Bruno, a seguir, durante a entrega de um trabalho de Eletromagnetismo 1, mostra que o aluno aprende no tempo e espaços disponíveis.

Professor... Tive q fazer as contas na mão... estou terminando de fazer as contas da letra C e a A eu já terminei. Bom.. a letra B eu não consegui fazer, e não to muito a fim de copiar de ninguém, embora vá dar uma olhada no trabalho de outra pessoa para pelo menos entender. Não sei se conseguirei pôr o trabalho no mimerdesk até meia noite, ainda mais pq eu acabei de chegar do trabalho. Mas enfim, é uma questão de responsabilidade minha mesmo.

(Mensagem de Bruno em 2004/12/03 01:18, mimerdesk)

Podemos citar como modificações nas formas de aprender o uso de sites para os projetos. O projeto Gaussímetro, apresentado na Figura 13, tem em seu site explicitados caminhos diferentes na forma de aprender. Estão presentes conceitos como a autoria e metodologia científica.

A disciplina de Eletromagnetismo 1 é desenvolvida em três ações pedagógicas: aprendizagem teórica dos conceitos básicos, projetos em grupo e trabalhos individuais. A avaliação no semestre letivo consta de três avaliações individuais, projetos (cerca de 15) e dois trabalhos. Para uma turma de 40 alunos a documentação gerada e disponibilizada a todos é razoavelmente grande. Caso pretendamos seguir uma proposta construtivista o gerenciamento pedagógico do curso tem nos ambientes virtuais de apoio um grande aliado em contraposição com os cursos desenvolvidos puramente presenciais. Como teríamos num curso presencial os registros das interações das atividades extra-aula? E o acesso às atividades e documentação de todos os projetos e trabalhos? Como seria a consulta à documentação dos cursos anteriores?

6.3 Análises da relação das tecnologias com a aprendizagem

Com a preocupação de estudar a influência e os efeitos dos ambientes virtuais e as tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem foi aplicado um questionário (Anexo F) na turma de Eletromagnetismo 1 – turma 2007/1, em dois momentos: no início e no final do semestre letivo. O ambiente de aprendizagem neste período teve a presença da metodologia de projetos, o uso do ambiente Moodle e os recursos virtuais como msn, e-mail, blogs e sites de desenvolvimento dos projetos.

Nossa referência metodológica foi a questão: em que medida os ambientes virtuais de aprendizagem e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação acrescentam na formação do estudante de engenharia, em relação às práticas pedagógicas presenciais?

6.3.1 Os dados coletados

Dos dados coletados podemos observar que

- a) Houve um aumento da dedicação às atividades extra-aulas durante o semestre (no início 30,4 % dedicavam de 20 horas semanais ou mais. No final este índice foi de 62 %).
- b) Quanto ao tempo gasto nas atividades do curso. Há uma predominância no tempo gasto nos trabalhos escolares e resolução de problemas. Predominam as interações presenciais com os professores e colegas.
- c) Os alunos resolvem suas dúvidas com os colegas na UFES. Houve um aumento dos que optaram por resolver dúvidas com colegas via internet.

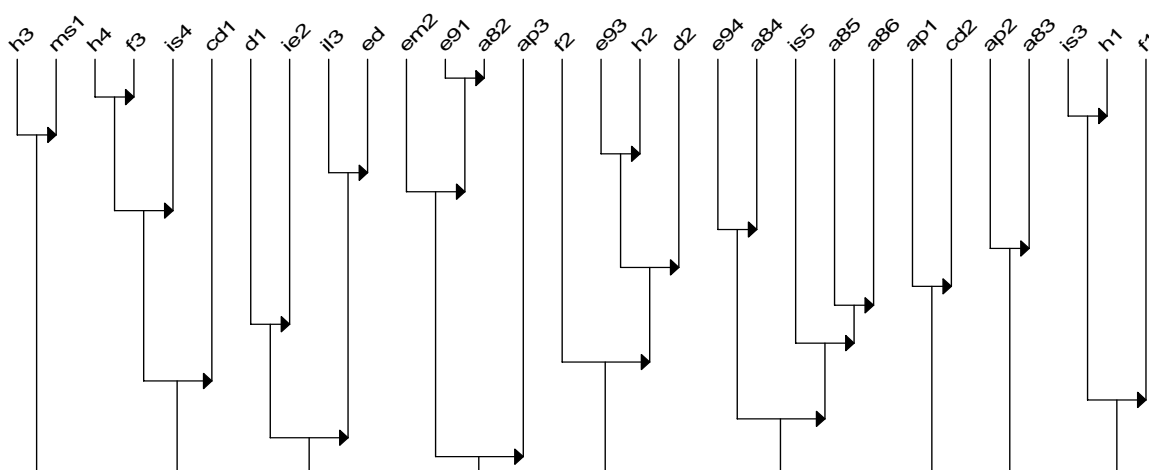
- d) Quanto ao trabalho em grupo, a maioria optou por afirmar que as dificuldades que os colegas encontram ajudam a refletir melhor sobre os problemas a resolver.
- e) Constantemente fazem contatos com colegas para resolver dúvidas, na forma presencial. No início, 94,5 % responderam constantemente ou mais ou menos. No final, este índice foi de 99,9 %.
- f) Quando perguntados como estudam responderam que estudam a teoria com a resolução de exercícios e depois consulta os colegas. Percebe-se um aumento dos estudos em grupo.
- g) No entender da turma, das opções apresentadas, ocorre aprendizagem quando a avaliação consta de provas teóricas e trabalhos experimentais realizados durante o curso.
- h) Usam a internet, em média, 17 horas semanais em casa. Todos têm computador e conexão banda larga em suas residências.
- i) Usam o computador e a internet, frequentemente, para resolução de problemas particulares, em comunicação social para além do curso e lazer.
- j) Usam frequentemente ou sistematicamente – 81,9 % no início e 93 % no final, o computador e internet como apoio às atividades de estudante.
- k) Quanto às ferramentas ou programas computacionais: usam muito o navegador e editores de texto (houve um pequeno aumento desta ferramenta nos dados finais).
- l) Sobre as ferramentas de informação e comunicação: percebe-se o uso freqüente do e-mail e msn. Houve um aumento do uso de fóruns. Considerando as respostas em que usa muito ou usa mais ou menos temos o seguinte resultado:
- E-mail: início – 97,2 % e final – 93 %
 - Lista de discussão: início - 48,6 e final - 62 %
 - Fórum: início – 56,7 % e final – 68,9 %
 - Chat (texto): início – 37,1 % e final - 48,2 %
 - MSN/Skype (texto/áudio): início – 91,8 % e final - 96,5 %
 - MSN/Skype (texto/áudio/vídeo): início – 58,3 % e final – 53,5 %

6.3.2 As conexões entre o uso das tecnologias e a aprendizagem

Para as análises das correlações entre o uso das tecnologias e a aprendizagem utilizamos o software CHIC (Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive) que utiliza metodologias de análises de dados estatísticos multidimensionais. Os algoritmos deste programa permitem a análise implicativa e a hierárquica implicativa fornecendo as ligações entre as variáveis estatísticas, bem como estruturas dinâmicas e orientadoras de comportamentos.

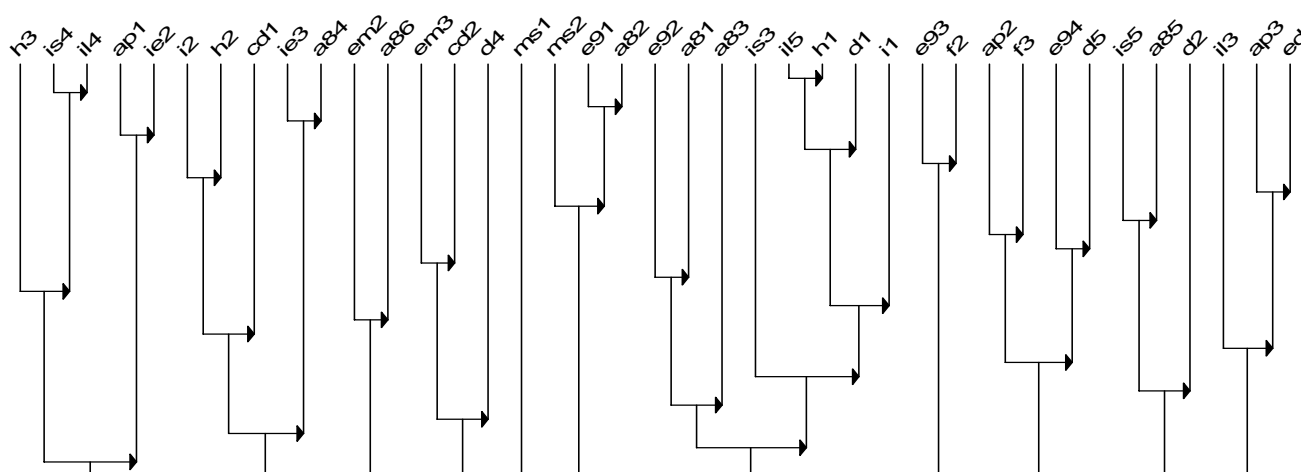
Para nossas análises utilizamos a árvore de coesão que dá conta da qualidade da implicação orientada dentro de uma classe de variáveis estatísticas.

Escolhemos no questionário as questões relacionadas à tecnologia e à aprendizagem, ou seja: as questões 1, 4, 7, 8, 9, 10, 15, 19, 21, 22 e 23. A codificação destas questões para o uso do CHIC consta do Anexo F.



Árvore coesitiva : C:\Documents and Settings\xp\Meus documentos\CHIC 4.1 Brésil\Chic\Q22inicio.csv

Figura 17 - Árvore de coesão para o questionário aplicado no início do semestre.



Árvore coesiva : C:\Documents and Settings\xp\Meus documentos\CHIC 4.1 Brésil\Chic\Q22final.csv

Figura 18 - Árvore de coesão do questionário aplicado no final

Com o foco nos resultados das simulações de coesão e precisando as análises das vinculações das variáveis de aprendizagem com as variáveis de tecnologias, descartando os níveis de coesão menores do que 0,8 (Figuras 17 e 18), os resultados sugerem

- No início verificamos apenas três níveis de coesão: nível 5 (e93 h2), nível 7 (em2 (e91 a82)) e nível 12 (ap1 cd2)
- No final verificamos seis níveis de coesão: nível 4 (ie3 a84), nível 5 (ap1 ie2), nível 7 (e93 f2), nível 10 (ms2 (e91 a82)), nível 11 (is5 a85), nível 12 (ap2 f3)

1. Considerando que a turma fez o uso das TIC durante o curso verifica-se o vínculo destas com a aprendizagem observando os resultados do questionário aplicado no final do período letivo.
2. A variável (e93): *estuda primeiro sozinho e depois em grupo* no início está vinculada ao tempo de dedicação às atividades extra-aulas (h2). No final este vínculo é com o fórum (f2).
3. A variável (ap1): *estuda rapidamente a teoria e resolve bastantes exercícios porque as provas contêm apenas exercícios* no início está vinculada a (cd2): *freqüência (de vez em quando) dos contatos com colegas para esclarecer duvidas*. No final este vínculo é com a variável (ie2): *o computador e a internet como apoio (frequentemente) às atividades escolares*.
4. Para os dados do questionário final, a variável (ie3): *usa o computador e a internet sistematicamente para estudos* tem forte correlação com a variável

(a84): *aprende mais com as aplicações e exercícios do que estudando a teoria.*

A Figura 19 mostra as correlações com os níveis de coesão para os dados do questionário aplicado no final do semestre.

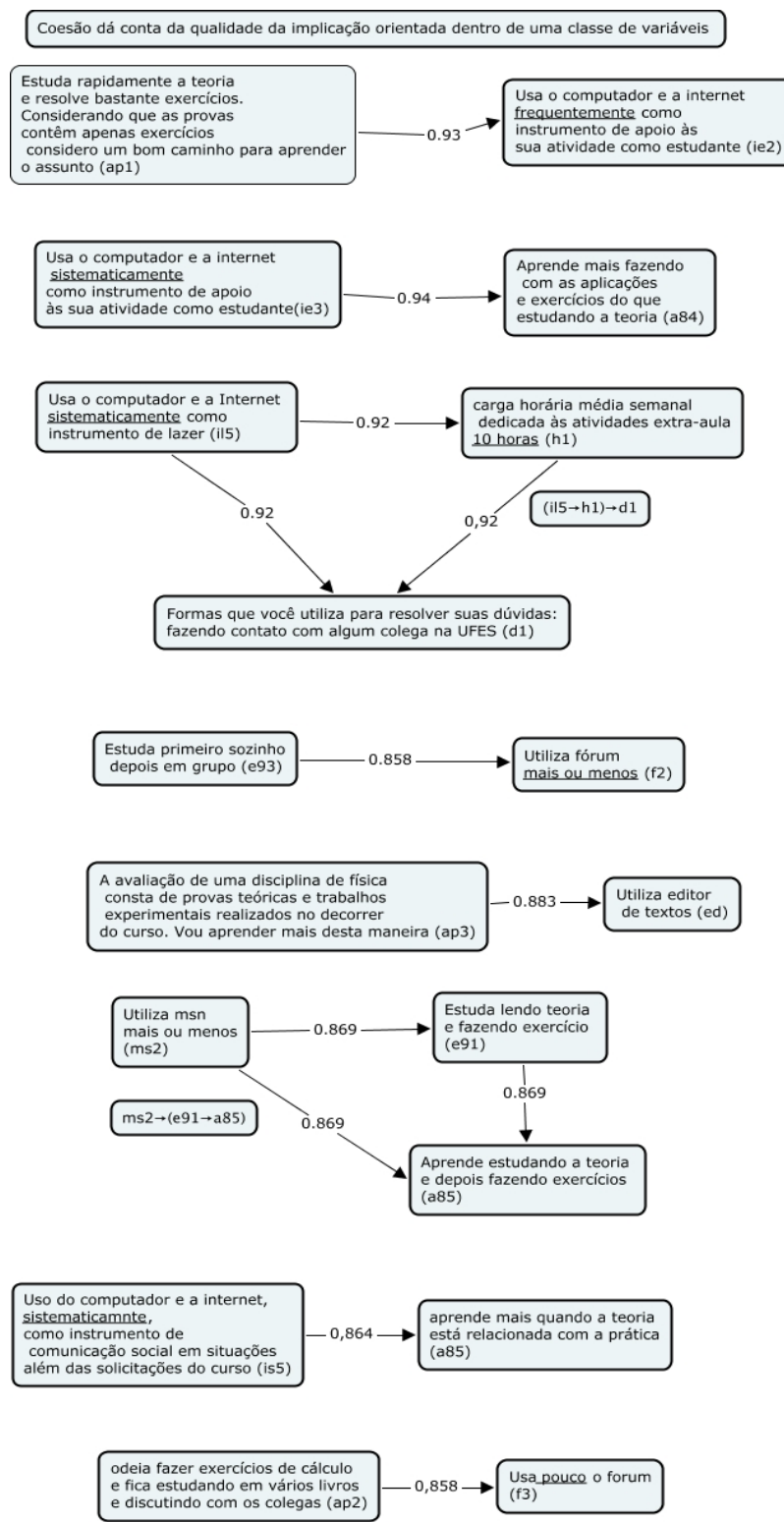


Figura 19 - Mapa das correlações de coesão para o questionário aplicado no final do semestre.

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Observando os dados sistematizados acima podemos concluir que

- Os estudantes aprendem num ambiente de forte cooperação entre si
- Têm a prática de uso freqüente das TIC no apoio à aprendizagem
- Quando se usa ambientes virtuais percebem-se correlações evidentes das tecnologias com as formas de aprender

De uma forma geral estes dados confirmam as hipóteses de que os ambientes virtuais de aprendizagem e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação facilitam e contribuem na melhoria da formação do estudante de engenharia, em relação às práticas pedagógicas presenciais

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 A avaliação

A avaliação da aprendizagem num curso de engenharia, geralmente, tem enfoques na abordagem pedagógica tradicional. Aplicamos provas, testes e exercícios visando, predominantemente, a reprodução dos conteúdos dados em aulas. A avaliação está diretamente ligada a critérios de natureza seletiva e competitiva.

O conhecimento é mensurável? Segundo Piaget, não. O conhecimento para Piaget começa quando se chega a conciliar controles mútuos e as verificações em aproximações sucessivas. O rendimento pode ser avaliado qualitativamente sem as amarras de desempenhos padronizados. Se considerarmos que a aprendizagem consiste de uma elaboração contínua será inadequada uma avaliação finalista que privilegie apenas conteúdos. Além disso, esta avaliação deveria estar no contexto do aprender porque tem interesse e gosta e não do aprender para mostrar para alguém que aprendeu como compromisso.

No período das experimentações deste trabalho de pesquisa as avaliações no curso de Eletromagnetismo 1 aconteceram, basicamente, em três atividades distintas: avaliações individuais (provas), trabalhos (realizados durante um mês) e projetos (realizados, em grupo, durante três meses). Inicialmente a ponderação para a avaliação final tinha nas provas um peso maior que nas outras duas atividades. Hoje a ponderação tem, praticamente, o mesmo peso. Houve uma evolução da avaliação predominantemente quantitativa e de conteúdo para uma avaliação qualitativa onde se procura vislumbrar além dos conteúdos o desenvolvimento do aluno no chamado conhecimento-estrutura. As mudanças das práticas metodológicas com a inserção dos projetos de aprendizagem e o apoio essencial das tecnologias da informação e comunicação trouxeram junto outro pensamento sobre a avaliação da aprendizagem.

Um pensamento na direção de uma avaliação formativa e de processos. O que se propõe é avaliar a evolução intelectual do aluno e como se apresentam as competências e habilidades adquiridas durante o curso. A disciplina de Eletromagnetismo 1 tem dentre seus objetivos, além dos conteúdos conceituais inerentes ao curso:

- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados

Como avaliar estas competências senão pela observação dos processos evolutivos percorrido pelo aluno?

7.2 Contribuições do trabalho

Uma concepção de projetos como metodologia de aprendizagem e a mediação / apoio das tecnologias de informação e comunicação no gerenciamento pedagógico de uma disciplina de um curso de engenharia elétrica formam a base das contribuições desta tese.

O projeto de aprendizagem aplicado aos estudantes de engenharia (que se encontram na fase de transição entre o pensamento adolescente e o pensamento adulto) é caracterizado pelos primeiros passos rumo à iniciação científica e por um avanço estrutural na direção da especialização profissional. Portanto em nossa concepção a metodologia respeita esta fase do desenvolvimento cognitivo do aluno e apresenta especificidades típicas de uma formação em engenharia elétrica.

Dentre estas especificidades destacamos a dicotomia teoria e prática. Quando o estudante tem a autonomia da escolha do tema do projeto é natural a opção por problemas do mundo real que o cerca. Geralmente o que move é o interesse no mundo real da engenharia. As reflexões teóricas iniciais são acompanhadas das limitações e viabilidades práticas do que se pretende desenvolver e aprender. Os testes em laboratório com os protótipos construídos mostram ao aluno uma visão das relações entre o que foi proposto e que é permitido pelas limitações e pelo desenrolar da prática.

Com esta concepção de projetos de aprendizagem pretende-se focar duas iniciações: a científica e a dos primeiros passos rumo ao desenvolvimento de projetos técnicos em engenharia.

A outra contribuição que destacamos neste trabalho é o uso de ambientes virtuais de aprendizagem e outros recursos como e-mail, msn e sites de compartilhamento de arquivos no gerenciamento pedagógico das atividades de uma disciplina do curso de engenharia elétrica. O uso adequado das tecnologias pode alterar as relações de aprendizagem no sentido da participação ativa e cooperativa do estudante. O que procuramos mostrar nesta pesquisa foi o papel relevante destas tecnologias no apoio ao ensino e como o aluno convive e aprende com esta nova ordem. Os recursos de interação e compartilhamento de conteúdos com uma turma de 40 estudantes auxiliam o professor a administrar didático e pedagogicamente o que seria muito difícil na forma presencial. As experiências realizadas são inéditas para um curso de graduação em

engenharia elétrica, pois mostram o desenvolvimento escolar numa abordagem construtivista com o apoio das tecnologias da informação e comunicação.

7.3 A posição do professor

Quando revejo os resultados da minha atividade docente, no passado, as conseqüências reais são as mesmas – ou produziram dano ou nada ocorreu. Isto é francamente aflitivo. Carl Rogers (apud Mizukami, p.51, 1986)

A profissão docente não detém a responsabilidade exclusiva sobre a atividade de ensino devido às influências externas como: (a) o contexto pedagógico formado pelas práticas cotidianas da classe; (b) o contexto profissional elaborado por um comportamento de grupo que legitima a sua prática e (c) o contexto sócio-cultural que incorpora valores e conteúdos considerados relevantes. Estas influências acabam intervindo na formação dos professores e na regulação do trabalho docente além de agir diretamente na prática didática. Aqui o conceito de prática não está limitado ao domínio metodológico. Existe uma prática educativa anterior e paralela à escolaridade própria de uma determinada sociedade ou cultura. São as práticas institucionais que regulam o sistema educativo no geral e as condições de trabalho no particular.

Estas práticas nos remetem a uma questão importante a ser discutida que é a autonomia do professor. Esta autonomia está circunscrita a regras bem definidas que configuram as ações profissionais a uma acomodação à ordem vigente. A liberdade do professor se desenvolve no interior de um ambiente que só pode mudar parcialmente. O professor completamente autônomo não existe. Se for real a existência de múltiplas restrições e condicionalismos é também verdade que há espaços possíveis para a expressão da individualidade profissional.

Como conviver num ambiente universitário em que a proposta pedagógica privilegia ensino centrado no professor e supõe a aprendizagem predominantemente em aulas presenciais? A resposta pode estar na insatisfação com esta ordem e na proposição de alternativas de transformação das práticas pedagógicas no ensino aprendizagem. O professor não é um técnico que se limita a aplicar corretamente um conjunto de diretivas, mas um profissional que se interroga sobre o sentido e a pertinência de todas as decisões em matéria educativa.

Em consulta, realizada em 2002, junto aos professores de Centro Tecnológico da UFES constatou-se que os colegas consideravam como essenciais mudanças metodológicas no ensino de engenharia. Consideravam positivas para a aprendizagem as iniciativas no sentido da inserção da telemática e da metodologia dos projetos. Por outro lado reclamavam do tempo para implantação destas mudanças e desconheciam as tecnologias de informação e comunicação aplicadas ao ensino. As práticas cotidianas da classe e o meio sócio cultural induzem a certo conformismo com a ordem vigente e desestimula o pensamento crítico do trabalho docente.

Mudar a educação significa mudar a ação do professor, mas a escola precisa mudar. As tecnologias podem auxiliar na reformulação da ação docente, mas não garantem a ruptura com a visão tradicional de ensino e de aprendizagem. As práticas pedagógicas baseadas no pensamento crítico e na construção cooperativa do conhecimento podem e devem acontecer com ou sem o uso das tecnologias (KENSKI, 2000).

7.4 Trabalhos futuros

Algumas questões que não tiveram espaço para investigações e reflexões, mas que são pertinentes a esta pesquisa são: o currículo, o projeto pedagógico e a interdisciplinaridade. Portanto propomos como trabalhos futuros uma investigação destas questões.

Como ficaria o currículo de um curso de engenharia com a presença de projetos de aprendizagem e a inserção das novas tecnologias da telemática? Seria possível a metodologia de projetos como uma orientação de curso e não apenas restrito a disciplinas?

Esta discussão nos remeteria ao desenvolvimento de um projeto pedagógico para além de grades curriculares e conteúdos programáticos.

A questão da interdisciplinaridade se faz presente no decorrer dos projetos de aprendizagem. No início dos experimentos para esta pesquisa desenvolvemos projetos cujos conteúdos eram integrados com disciplinas de um mesmo período letivo do curso. No caso Eletromagnetismo 1, Circuitos Elétricos 1 e Cálculo Numérico. Esta questão não teve a atenção devida, pois nosso foco de trabalho não permitia tempo para um estudo mais detalhado sobre interdisciplinaridade. Por isso sugerimos este tema como trabalho futuro.

7.5 Trabalhos publicados

SEGATTO, M. E. V.; CARDOSO, E. P.; FRASSON, A. M. F.; FONTANA, A. A.; MAIA, R. P.. Ambiente Educacional para a Simulação e Visualização da Propagação de Ondas Eletromagnéticas. In: 11o Simpósio Brasileiro de Microondas e Optoeletrônica e 6o Simpósio Brasileiro de Eletromagnetismo, 2004, São Paulo. Anais do MOMAG 2004, 2004. p. 1-6.

CARDOSO, E. P.; MENEZES, C. S.. NATIENG: new technologies of information and communication in the teaching of engineering. In: International Conference on Engineering and Computer Education-ICECE 2003, 2003, São Vicente/Santos. Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education-ICECE 2003, 2003. p. 1-5.

CARDOSO, E. P.; MENEZES, C. S.. UM PROJETO PEDAGÓGICO PARA O CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA: Uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia-COBENGE 2003, 2003, Rio de Janeiro. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia-COBENGE 2003, 2003. p. 1-9.

MENEZES, C. S.; CURY, D. ; BAZZARELA, L. B. ; CRISTOVAO, H. M.; GAVA, T. B. S.; CASTRO JUNIOR, A. N.; CARDOSO, E. P.; PRATA, C. L.; NETTO, J. F. M.; TAVARES, O. L.. Formação de Recursos Humanos em Telemática para Educação - Uma Experiência com Ensino a Distância usando a Internet. In: 1st Latin American Web Congress, 2003, Santiago. Proceedings of 1st Latin American Web Congress, 2003. p. 1-7.

MENEZES, C. S.; GAVA, T. B. S.; CURY, D. ; TAVARES, O. L.; BAZZARELA, L. B.; CASTRO JUNIOR, A. N.; CARDOSO, E. P.; NETTO, H. V.; PESSOA, J. M.. Educação a distância no ensino superior-Uma proposta baseada em comunidades de aprendizagem usando ambientes telemáticos. In: XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE 2002, 2002, São Leopoldo. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE 2002, 2002. p. 168-177.

MENEZES, C. S.; CURY, D. ; CASTRO JUNIOR, A. N. ; CARDOSO, E. P.; PRATA, C. L.; CRISTOVAO, H. M.; NETTO, H. V.; PESSOA, J. M.; GAVA, T. B. S.; NETTO, J. F. M.. INFORMÁTICA EDUCATIVA I - Ambientes virtuais para apoio à aprendizagem. Vitória: Editora da Universidade Federal do Espírito Santo, 2003. v. 2. 104 p.

MENEZES, C. S.; PRATA, C. L.; CASTRO JUNIOR, A. N.; CURY, D. ; CARDOSO, E. P. CRISTOVAO, H. M.; NETTO, H. V.; PESSOA, J. M.; GAVA, T. B. S.; NETTO, J. F. M.. Informática Educativa II - Ambientes de Autoria para Apoio à Descrição do Conhecimento. Vitória - ES: Universidade Federal do espírito Santo, 2003. v. 1. 120 p.

8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. **Ensino de engenharia sobre bases construtivistas: Um Estudo de Caso na Disciplina de Laboratório de Sistemas Térmicos**. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, 2003.
- AMARAL, A.L., **Conflito conteúdo/forma em pedagogias inovadoras: a pedagogia de projetos na implantação da escola plural**. FaE/UFMG, 2000. Mimeo. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/23/textos/0403t.PDF>>. Acesso em: 2 mar. 2006.
- BARBIERI, F.E., **O ensino tecnológico na sociedade global da informação**. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, 1998.
- BARBOSA, E.F.; Gontijo, A.F.; Santos, F.F. **Inovações pedagógicas em educação profissional: uma experiência de utilização do método de projetos na formação de competências**. v.30, n.2. Boletim Técnico do Senac, ago. 2004. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/302/boltec302d.htm>>. Acesso em: 11 abr 2006.
- BASSO, M.V.A. **Espaços de aprendizagem em rede: novas orientações na formação de Professores de Matemática**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação UFRGS, 2003. Disponível em: <http://mathema.psico.ufrgs.br/tese_m/>. Acesso em: 22 jul 2007.
- BERMEJO, S., **Cooperative Electronic Learning in Virtual Laboratories Through Forums**, IEEE Transactions on Education, vol.48, n.1, February, 2005
- BOURNE, J.R., et al. A model for on-line learning networks in engineering education. **Journal of Asynchronous Learning Network**. v.1, n.1, p.1-21, Mar 1977.
- BOURNE, J.R.; Mayadas, F.; Campbell, J.O., **A synchronous learning network: an information-technology-based infrastructure for engineering education**. Proc.IEEE. v. 88, p.63-71, Jan.2000.
- BOUTINET, J.P. **Antropologia do projeto**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- CARVER, C.A; Howard, R.A.; Lane,W.D., **Enhancing student learning through hypermedia courseware and incorporation of student learning styles**. IEEE Trans. on Education. v. 42, n 1, p. 33 – 38, Feb. 1999.
- CARDOSO, E.P.; MENEZES, C.S., **Um Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Elétrica: uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC**. XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, set 2003, Rio de Janeiro.
- CARDOSO, E.P.; MENEZES, C.S. **NaTIEng: new technologies of information and communication in the teaching of engineering**. International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE, mar 2003, São Paulo.
- CARDOSO, Miriam Limoeiro. **O mito do método**. Boletim Carioca de Geografia. Rio de Janeiro, ano 25, 1976, p. 61-100.
- CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 abr 2002. Seção 1, p. 32.
- MENEZES, C.S. et al. **Formação de Recursos Humanos em Telemática para Educação: uma Experiência com Educação a Distância usando a Internet**.

Proceedings of the First Latin American Web Congress - IEEE, nov 2003, Santiago, Chile. Disponível em: <http://www.la-web.org/2003/stamped/22_menezes_c.pdf>. Acesso em 22/07/2006

DEWEY, J. **Democracia e educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

ELIAS, M.C., et al. **A Construção de um Ambiente Virtual de Aprendizagem para o Ensino de Engenharia**. XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE, set 2003, Rio de Janeiro.

FAGUNDES, L.C.; Sato, L.S.; Maçada, D.L., **Aprendizes do futuro: as inovações começaram!** Disponível em: <<http://mathematikos.psico.ufrgs.br/textos/aprender.pdf>>. Acesso em: 09/04/2006.

FLEMMING, D.M.; Luz, E.F. **Projeto de trabalho nas disciplinas de matemática nos cursos de engenharia**. XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, 2001. Disponível em: <<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/MTE015.pdf>> . Acesso em: 11/04/2006.

FUNARO, G.M. **Pedagogical roles and implementation guidelines for online communication tools**. ALN Magazine, v.3, n. 2, dec.1999.

HERNANDEZ, F.; Ventura, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HUHNE, L.M. **Metodologia científica: caderno de textos e técnicas**. Rio de Janeiro: Agir, 2000.

JURSKY, D.; JUNGMAN, A. **L'enseignement par projet à l'Iut Paris Jussieu: approche pédagogique, démarche professionnalisante ou intégration universitaire**. Disponível em: <<http://www.iutbayonne.univ-pau.fr/ri/venezuela04/comm/jursky.doc>>. Acesso em 13/05/2005

KAPLAN, A. **A conduta na pesquisa: metodologia para as ciências do comportamento**. São Paulo: EPUSP, 1975.

KENSKI, V.M. **Novas tecnologias, desafio para a escola**, Jornal do Brasil. Caderno Educação e trabalho. Rio de Janeiro, 12 nov 2000.

KILPATRICK, W.H. **The Project Method**. Teachers College Record. v. 19, n. 4, p. 319-335. Disponível em: <<http://www.tcrecord.org>>. Acesso em: 19 abr 2006.

KILPATRICK, W.H. **Educação para uma civilização em mudança**. 16ª ed. São Paulo: Melhoramentos/MEC, 1978.

LAVILLE, C.; DIONEE, J. **A Construção do Saber**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEMAITRE, D. **La pedagogie de projet dans la formation des ingeniers: conceptions et enjeux**. Disponível em: <<http://www.ensieta.fr/images/article115contenu606.pdf>>. Acesso em: 07/04 2006.

LIGHTNER, M.R., et al. **A living laboratory**. Proc.IEEE. v.88, p.31-40, Jan 2000.

LINGE, N.; Parson, D. **Problem-Based learning as an effective tool for teaching computer network design**. IEEE Transactions on Education, v.49, n.1, feb 2006.

LODER, L.L. **Epistemologia versus pedagogia: o locus do professor de engenharia**. Tese (Mestrado em Educação). Programa de Pós-graduação em Educação, UFRGS, 2001.

LODER, L.L. **A aprendizagem e o ensino do eletromagnetismo: dialogando com Piaget e Damásio**. XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE, 2003, Rio de Janeiro.

LOURENÇO FILHO, M. B. **Introdução ao estudo da escola nova**. 14^a ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2002.

MENEZES, C.S. et al, **Formação de recursos humanos em telemática para educação: uma experiência com educação a distância usando a internet**. Proceedings of the First Latin American Web Congress - IEEE, nov 2003. Santiago, Chile. Disponível em: <http://www.la-web.org/2003/stamped/22_menezes_c.pdf>. Acesso em 04/07/2005

MARRE, D. **Problem based learning in french engineering school**. I.N.S.A. Toulouse, jun/2005. Disponível em: http://ww.insatoulouse.fr/formation/ingenieur/pedagogie/app_fr.pdf>. Acesso em: 18 mar 2006.

MIZUKAMI, M. G. N., **ENSINO: As abordagens do processo**, EPU, 1986.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**. 7^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.24, 2002.

NEVADO, R A. **Espaços interativos de construção de possíveis**: uma nova modalidade de formação de professores. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática Educativa, UFRGS, 2001.

NITZKE, J. **A Inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na prática da Engenharia**. XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, set 2003, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, J.M.P. Um modelo pedagógico que integra a abordagem construtivista, aprendizagem baseada em problemas e modelos de solução de problemas. **XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE**, 2005, Campina Grande, Pb, set 2005.

PIAGET, J. **Evolução intelectual da adolescência à vida adulta**. Human Development, 1972a.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. 2. ed., Rio de Janeiro: Forense, 1972b.

PIAGET, J; Inhelder, B. **Da lógica da criança à lógica do adolescente**. São Paulo: Pioneira, 1976

PRADOS, J. W, **Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future**. In: International Conference on Engineering Education, 8, 1998, Rio de Janeiro.

PRINCIPE, J.C.; Euliano, N.R; Lefebvre, W.C. **Inovating adaptive and neural systems instruction with electronic books**. Proc.IEEE, v.88, Jan.2000, p.81-95.

RIBEIRO, L.R.C. Mizukami, M.G.N. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino superior: o modelo da faculdade de engenharia e ambiente construído na Universidade de Newcastle**. COBENGE 2004, Brasília, 2004.

SCHLEMMER, E. **Projetos de Aprendizagem Baseados em Problemas: uma metodologia interacionista/construtivista para formação de comunidades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Colabora - Revista Digital da CVA - RICESU, Curitiba, v.1, n.1, ago 2001, p. 4-11.

TEIXEIRA, N.G.; Amorim, A.A.M.; Teixeira, R.M. **Utilizando o aprendizado baseado em problema no curso de engenharia elétrica/telecomunicações da Universidade Gama Filho.** COBENGE 2004, Brasília, DF, 2004

THAIUPATHUMP, C.; Bourne, J.R.; Campbell, J. **O. Intelligent agents for online learning.** Journal of Asynchronous Learning Network, v. 3, n.2, nov. 1999, p.1–19.

ZUASNÁBAR, D.M.H. et al. **Um Ambiente de Aprendizagem via WWW Baseado em Interfaces Inteligentes para o Ensino de Engenharia.** XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), set 2003, Rio de Janeiro.

WILSON, J.M.; Jennings, W.C. **Studio Courses: How information technology is changing the way we teach, on campus and off.** Proc.IEEE, v.88, Jan 2000, p.72-80.

ANEXOS

ANEXO A - Plano de curso da disciplina eletromagnetismo 1 - 2007 /1**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO****PLANO DE CURSO**CURSO: ENGENHARIA ELÉTRICADEPARTAMENTO: ENGENHARIA ELÉTRICADISCIPLINA: ELETROMAGNETISMO I CÓDIGO: ELE 03662

CARGA HORÁRIA SEMANAL: TEORIA: 04 LABORATÓRIO: 01

CARGA HORARIA SEMESTRAL: 75 CRÉDITOS: 3

PROFESSOR: Edson Pereira Cardoso (edson.cardoso@gmail.com) - PERÍODO:
2007/1

Primeiro dia letivo: 06/03/2007 – Último dia letivo: 13/07/2007

1.EMENTA

Análise vetorial, força e campos eletrostáticos. Potencial e energia eletrostáticos. Dielétricos. Condutores. Capacitância. Correntes estacionárias. Campo magnético. Força em materiais magnéticos. Indutância. Equações de Maxwell.

2. JUSTIFICATIVA

Conceitos como o de potencial, corrente elétrica, campos elétrico e magnético, analisados nesta disciplina, são muito relevantes para a compreensão dos fenômenos

estudados em Engenharia Elétrica. A partir destes conceitos serão desenvolvidas as bases para o desenvolvimento da análise e projetos em circuitos, eletrônica, telecomunicações e sistemas de energia.

3. OBJETIVOS

- a) Desenvolver os conceitos básicos sobre os campos eletromagnéticos e forças elétrica e magnética tendo como foco as equações de Maxwell. Com esses conceitos permitir que os estudantes de Engenharia Elétrica possam analisar e projetar dispositivos em que os campos elétrico e magnético estejam presentes.
- b) Desenvolver as seguintes competências e habilidades
 - Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e de instrumentação;
 - Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
 - Conceber, projetar, planejar e analisar dispositivos eletromagnéticos;
 - Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
 - Atuar em equipe;
 - Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental
 - Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.

4. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

UNIDADE 1: INTRODUÇÃO

- 1.1 - Unidades SI
- 1.2 - O espectro eletromagnético,
- 1.3 - Equações de Maxwell: uma análise dos conceitos fundamentais na eletricidade.
- 1.4 - Revisão de cálculo: álgebra vetorial, integrais e operadores.

UNIDADE 2: CAMPO ELETROSTÁTICO

- 2.1 - Carga Elétrica e Lei de Coulomb
- 2.3 - Lei de Gauss
- 2.4 - Potencial Elétrico

$$2.5 - \vec{E} = -\nabla V$$

2.6 - Energia em campos eletrostáticos

UNIDADE 3: CAMPO MAGNETOSTÁTICO

3.1 - Força magnética sobre um condutor com corrente

3.2 - Lei de Biot - Savart

3.3 - Torque sobre uma espira

3.4 - Fluxo magnético e $\nabla \cdot \vec{B} = 0$

3.5 - Lei de Ampère

3.6 - Rotacional e Lei de Ampère

UNIDADE 4: CAMPO MAGNÉTICO EM MATERIAIS

4.1 - Materiais magnéticos

4.2 - Permeabilidade e os vetores $\vec{B}, \vec{H}, \vec{M}$

4.3 - Condições de fronteira

4.4 - Ferromagnetismo e Histerese Magnética

4.5 - Indutância

4.6 - Energia em campos magnéticos

4.5 - Circuitos Magnéticos

UNIDADE 5: CAMPOS VARIÁVEIS NO TEMPO.

5.1 - Lei de Faraday

5.2 - Condutor em movimento num campo magnético

5.3 - Teorema de Stokes e Lei de Faraday

5.4 - Indutâncias própria e mútua

5.5 - Corrente de deslocamento - Lei de Ampère generalizada

5.6 - Condições de Contorno

UNIDADE 6: CAMPOS EM DIELÉTRICOS, CAPACITÂNCIA E RESISTÊNCIA

- 6.1 - Dielétrico, Permissividade e Polarização.
- 6.4 - Capacitância
- 6.5 - Corrente elétrica e a continuidade
- 6.6 - Resistência e a lei de Ohm
- 6.7 - Condições de fronteira para os campos eletromagnéticos

UNIDADE 7: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

- 7.1 -Equações de Maxwell no espaço livre e em meios materiais.
- 7.2 - Equações da onda no espaço livre no domínio do tempo
- 7.3 - Teorema de Poyting

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O conteúdo da disciplina será desenvolvido em aulas presenciais (teoria e laboratório), em trabalhos e projetos de aprendizagem utilizando recursos de laboratório e de simulação em computador. O desenvolvimento da disciplina contará com o apoio de um ambiente virtual de interação e documentação via Internet. Os projetos de aprendizagem serão desenvolvidos em grupo durante todo o semestre.

6. AVALIAÇÃO

A avaliação da aprendizagem constará de: AVALIAÇÕES INDIVIDUAIS (03) e TRABALHOS EM GRUPO (projetos) e INDIVIDUAIS. A ponderação, para a média final, destas atividades será discutida e definida com os estudantes.

7. BIBLIOGRAFIA

1. HALLIDAY, P.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 6ª ed. Cidade: LTC, 2003.
2. HAYT Jr, W.R; BUCK, J.A. **Eletromagnetismo**. 6ª ed. Cidade: LTC, 2003. (BC)

3. KRAUS, J.D; CARVER, K.R. **Eletromagnetismo**. 2^a ed. Guanabara Dois, 1978. (BC)
4. KRAUS, J.D; FLEISH, D. A. **Electromagnetics with applications**. 5^a ed. Singapura: McGraw-Hill, 1999. (BC)
5. KRAUS, J.D. **Electromagnetic**. 4^a ed. New York: MacGraw-Hill, 1992. (BC)
6. LIAO, S.Y. **Engineering Applications of Electromagnetics Theory**. West Publishing Company, 1988.
7. PARIS, D.T.; HURD, F.K. **Teoria Eletromagnética Básica**. Guanabara Dois, 1984. (BC)
8. RAO, N.N. **Elements of Engineering Electromagnetics**. 2^a ed. Prentice-Hall, 1992. (BC)
9. SADIKU, M.N.O. **Elementos de Eletromagnetismo**. 3^a ed., Porto Alegre: Bookman, 2004. (BC)

Obs: (BC) - tem na Biblioteca Central da UFES

8. CRONOGRAMA

SEMANA 1 (05/03 a 09/03/2007)

Apresentação da disciplina e programação de trabalho.

- UNIDADE 1: INTRODUÇÃO
 - Unidades SI
 - O espectro eletromagnético,
 - Equações de Maxwell: uma análise dos conceitos fundamentais na eletricidade.
 - Revisão de cálculo: álgebra vetorial, integrais e operadores.
- Discussão sobre os projetos

SEMANA 2 (12/03 a 16/03/2007)

- UNIDADE 2: CAMPO ELETROSTÁTICO
 - 2.1 - Carga Elétrica e Lei de Coulomb.
 - 2.3 - Lei de Gauss
- **Apresentação e discussão sobre o filme "Céu de Outubro"**
- **TRABALHO 1: a combinar (16/03)**

SEMANA 3 (19/03 a 23/03/2007)

- UNIDADE 2: CAMPO ELETROSTÁTICO
 - 2.4 - Potencial Elétrico
 - 2.5 - $\vec{E} = -\nabla V$
 - 2.6 - Energia em campos eletrostáticos
- **Entrega dos pré-projetos: 19/03/2007**

SEMANA 4 (26/03 a 30/03/2007)

- UNIDADE 3: CAMPO MAGNETOSTÁTICO
 - 3.1 - Força magnética sobre um condutor com corrente
 - 3.2 - Lei de Biot - Savart
 - 3.3 - Torque sobre uma espira

SEMANA 5 (02/04 a 06/04/2007) [06/04(sexta): sexta santa]

- UNIDADE 3: CAMPO MAGNETOSTÁTICO
 - 3.4 - Fluxo magnético e $\nabla \cdot \vec{B} = 0$
 - 3.5 - Lei de Ampère
 - 3.6 - Rotacional e Lei de Ampère

SEMANA 6 (09/04 a 13/04/2007)

Revisão e avaliação referente aos conteúdos das unidades 1, 2 e 3: 13/04/2007

SEMANA 7 (16/04 a 20/04/2007) [16/04(segunda): Nossa Senhora da Penha]

- UNIDADE 4: CAMPO MAGNÉTICO EM MATERIAIS
 - 4.1 - Materiais magnéticos

4.2 - Permeabilidade e os vetores \vec{B} , \vec{H} , \vec{M}

4.3 - Condições de fronteira

4.4 - Ferromagnetismo e Histerese Magnética

- **Entrega do Trabalho 1: dia 16/04**

SEMANA 8 (23/04 a 27/04/2007)

- UNIDADE 4: CAMPO MAGNÉTICO EM MATERIAIS

4.5 - Indutância

4.6 - Energia em campos magnéticos

4.5 - Circuitos Magnéticos

Trabalho 2: conteúdo a combinar (24/04)

SEMANA 9 (30/04 a 04/05/2007)

- UNIDADE 5: CAMPOS VARIÁVEIS NO TEMPO.

5.1 - Lei de Faraday

5.2 - Condutor em movimento num campo magnético

5.3 - Teorema de Stokes e Lei de Faraday

SEMANA 10 (07/04 a 11/05/2007)

- UNIDADE 5: CAMPOS VARIÁVEIS NO TEMPO.

5.4 - Indutâncias própria e mútua

5.5 - Corrente de deslocamento - Lei de Ampère generalizada

5.6 - Condições de Contorno

SEMANA 11 (14/05 a 18/05/2007)

Revisão e avaliação (18/05) referente aos conteúdos das unidades 4 e 5.

SEMANA 12 (21/05 a 25/05/2007)

Semana dedicada aos projetos e apresentação do relatório parcial.

SEMANA 13 (28/05 a 01/06/2007)

- UNIDADE 6: CAMPOS EM DIELETRICOS, CAPACITÂNCIA E RESISTÊNCIA

6.1 - Dielétrico, Permissividade e Polarização.

6.2 - Capacitância

▪ **Entrega do Trabalho 2: 28/05**

SEMANA 13 (04/06 a 08/06/2007)

▪ UNIDADE 6: CAMPOS EM DIELÉTRICOS, CAPACITÂNCIA E RESISTÊNCIA.

6.3 - Corrente elétrica e a continuidade

6.4 - Resistência e a lei de Ohm

6.4- Condições de fronteira para os campos eletromagnéticos

▪ UNIDADE 7: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

7.1 -Equações de Maxwell no espaço livre e em meios materiais.

7.2 -Equações da onda no espaço livre no domínio do tempo

7.3 -Teorema de Poyting

SEMANA 14 (11/06 a 15/06/2007)

Apresentação dos projetos

SEMANA 15 (18/06 a 22/06/2007)

Revisão e avaliação (19/06) referentes aos conteúdos das unidades 5, 6 e 7.

PROVA FINAL: 22/06/2007

Observações:

- A SEMANA 12 poderá ser utilizada, exclusivamente, para desenvolvimento do projeto e a entrega do relatório parcial.
- Os documentos e os diversos materiais relativos ao curso do semestre anterior (EM1-2006/2) estão em <http://www.4shared.com/dir/1234144/5da30691/sharing.htm>

**ANEXO B - AVALIAÇÃO DA TURMA DE
ELETROMAGNETISMO 1, TURMA 2006/2**

AVALIAÇÃO FINAL DE ELETROMAGNETISMO 1 – SEMESTRE 2006/2

NOME	P1	P2	P3	PROJ	T1	T2	MP	PF	MF
ACÁCIO DO AMARAL	6,8	6,8	8,0	9,5	6,0	9,0	8,1		
ADERILSON CARVALHO JUNIOR	6,2	8,2	4,7	8,0	8,0	7,0	7,5		
ADRIANO NARDOTO	8,8	8,2	0,0	10,0	5,0	8,0	8,6		
ANDERSON BUBACK	0,0	7,6	9,5	8,5	0,0	9,0	7,7		
ANDRÉ ALEXANDRE BARBOSA	7,5	9,0	0,0	9,5	5,0	0,0	7,5		
ANDRÉ MELO	4,8	8,8	9,3	10,0	8,0	8,0	9,1		
ANDRÉ PERIM	6,2	8,2	2,1	7,5	7,0	6,0	7,2		
BERNARDO SOSSAI	4,6	5,6	8,7	8,0	8,0	8,0	7,6		
CAROLINA DUARTE	1,6	5,2	5,9	10,0	6,0	7,0	7,1		
CESAR STORCH	8,8	7,2	0,0	8,0	9,0	7,0	8,0		
DANIEL COSMO	1,0	5,0	10,0	8,0	8,0	8,0	7,8		
DANIEL GODOY RONI	3,8	8,0	2,3	9,5	7,0	6,0	7,1		
DIOGO SILVA	4,8	5,0	5,7		0,0	0,0	2,7	4,4	3,6
DOUGLAS NIERO	3,4	4,2	5,9	9,5	7,0	7,0	6,8		
EDUARDO BRITO	4,8	5,6	8,0	8,0	7,0	7,0	7,2		
FELIPE FONSECA	6,2	3,0	3,3		5,0	8,0	3,7	5,6	4,7
FELIPE DEMUNER	6,4	3,8	8,7	8,0	5,0	9,0	7,6		
FELIPE NASCIMENTO	1,8	7,0	3,5	8,0	5,0	9,0	6,4	7,4	6,9
FELIPE MAIA	4,6	7,8	7,4	8,0	6,0	7,0	7,5		
GUIDO ALVES	7,0	7,6	0,0	8,0	7,0	7,0	7,5		
GUIDO SCHUINA	9,0	8,2	0,0	9,0	7,0	8,0	8,5		

GUILHERME AUGUSTO ROCHA	4,0	7,0	6,4	8,0	7,0	7,0	7,2		
HENRIQUE REGIANE	4,4	7,2	6,0	8,0	6,0	8,0	7,1		
HIGOR GALÃO ALVES	4,4	6,6	6,5	9,5	8,0	0,0	6,9		
JOABSON MOZART	0,4	7,4	6,3	8,0	5,0	6,0	6,9		
JOÃO PAULO CARDOSO	2,0	2,0	0,0		0,0	0,0	1,0		
LÚCIO PAULO ESCANDIAN	3,4	6,8	7,4	8,0	8,0	7,0	7,5		
LUIZ TAUFFER	0,6	7,2	4,8	9,5	5,0	6,0	7,0		
MICHAEL VAGO	6,0	7,4	3,8	7,5	8,0	4,0	6,8		
PEDRO ALBERNAZ	4,8	2,8	6,4	8,0	6,0	0,0	5,8	6,2	6,0
RAFAEL BRASIL	7,2	6,2	4,9	8,0	6,0	7,0	7,1		
RAFAEL FERNANDES	5,6	0,0	0,0		0,0	0,0	1,4		
PEDRO PAULO PICCOLI	9,7	9,0	0,0	9,0	7,0	9,0	9,0		
RENAN MAINARDI	1,6	7,2	9,7	8,5	5,0	9,0	8,2		
RICARDO RASSELI	7,6	7,6	0,0	8,0	8,0	9,0	7,9		
RODRIGO NEVES BORGES	8,8	6,4	7,8	8,0	6,0	8,0	8,0		
ROGÉRIO NEVES MONTEIRO	5,0	6,0	7,7	8,0	5,0	8,0	7,1		
ROMENIGUE FERNANDES	6,0	7,4	9,8	9,5	6,0	10,0	8,8		
THAIRO PANDOLFI	4,2	4,6	8,0	8,0	6,0	8,0	7,0		
SIDNEY LOSS	5,4	6,4	4,0	7,5	5,0	6,0	6,3	3,5	5,0
TACÍSIO ZUCOLOTO	5,8	3,6	6,6	7,0	7,0	0,0	5,9	7,2	6,6
THYAGO VELOZO	3,4	7,6	5,0	8,5	6,0	6,0	6,9		
THIAGO AMORIM	7,2	4,6	0,0	7,0	7,0	8,0	6,6	6,4	6,5
TIAGO FERNANDES	8,8	8,2	0,0	9,0	5,0	9,0	8,4		
TIAGO ANDRÉ MESSER	10,0	6,2	8,5	8,0	6,0	9,0	8,5		
TIAGO CARDOSO	1,6	5,2	5,3	9,5	5,0	0,0	6,0	4,2	5,1
VINÍCIUS ERVATI	4,0	3,8	6,2	9,5	5,0	6,0	6,5	6,6	6,6
VITOR CORREA	5,6	5,4	5,8	7,0	5,0	7,0	6,2	3,3	5,0
MÉDIA	5,1	6,2	5,0	8,4	5,8	6,3	6,9		

ANEXO C - AVALIAÇÃO DOS PROJETOS DO SEMESTRE 2005/1

PROJETOS INTEGRADOS - 2005/1~Avaliação Final

PROJETO / GRUPO	Desenvolvimento	Conhecimento	Protótipo	Relatórios	Apresentação	Grupo	NOTA
Motor de passo Fábio C./Marcos/Salim	MB	MB	MB	MB	MB	MB	10
Hidroelétrica Bruno /Danilo/Matheus	MB	B	MB	R	MB	MB	9
Circuito de dupla sintonia Stevens/Daniel/Luiz Edu	MB	B	MB	B	MB	MB	9
Acoplador Indutivo Felipe A../Vinícius/André T.	MB	MB	MB	MB	MB	MB	10
Sensor Capacitivo Giovanny/FelipeValle/Patrick	B	B	B	B	R	R	7,5
Controle Remoto Infraver Aldo/ Renan/Bruno César	B	B	R	R	R	B	7
Transmissor para TV Fábio R /Francisco/Felipe V	R	B	I	R	MB	B	6,5
Mesa XY Deucelenes/Mariana/ Juan	B	B	MB	I	B	MB	6,5
Receptor AM Glauber/João Pedro/Ricardo	B	B	B	B	B	MB	8
Acoplador Magnético Lucio/ Tadeu /Jardel	MB	MB	MB	R	MB	B	9
Ronaldo/PatrickCor/Loercyo Fonte chaveada	MB	MB	MB	B	MB	MB	9,5
Transmissor FM Franco/Paulo/Eurípedes	R	R	R	I	B	B	6,5
Cerca elétrica Danilo Diniz/Felipe							
Luxímetro Patrícia /Talita /Anderson	MB	MB	MB	MB	MB	MB	10
Motor Linear Gisele/Marina/Thassiana	MB	MB	MB	MB	MB	MB	10
Levitação magnética Liebert/Herman/Lourenço	MB	MB	MB	B	MB	MB	9,5
Sensor de Cores Mariana/Lara/Fabício	MB	MB	MB	MB	MB	MB	10
Levitação magnética Roberto/Lucas/Igor	MB	B	B	B	MB	MB	8,5
Transmissor AM Alisson/Eduardo Vicente	B	B	R	B	B	MB	7,5
Distorção em Guitarra Alonso/ Vitor	B	MB	B	B	B	MB	8,5
Analizador de Frequência Enéas/Higor/Danilo	MB	B	B	I	B	MB	7

REFERÊNCIAS PARA A AVALIAÇÃO DOS PROJETOS

- Desenvolvimento: desempenho do grupo ao longo do período. A relação do que foi desenvolvido e o que foi planejado (pré-projeto). A execução do cronograma proposto.
- Conhecimento: o que foi aprendido sobre conteúdos e sobre metodologia científica. Identificação do problema ou delimitação do que será investigado ou desenvolvido. A contextualização e revisão bibliográfica. A modelagem matemática, solução teórica e a escolha do método numérico, quando do for o caso. Os testes em laboratório e a análise dos resultados.
- Protótipo: a confecção, os custos e a apresentação do sistema desenvolvido e construído.
- Relatório: a clareza do texto e a identificação das referências ao longo do mesmo. A disposição dos capítulos. As referências.
- Apresentação: a didática e a desenvoltura na apresentação. A defesa das soluções apresentadas. A qualidade das transparências
- Grupo: o trabalho em grupo. As atribuições de cada um. As relações intra-grupo.

Motor de Passo: Tabela da página 25 com erros. A Fig. 28 (p.24) apresenta a derivada de B: não tem significado teórico. Referências não citadas ao longo do texto.

Hidroelétrica: Relatório confuso: sem referências, expressões matemáticas em anexo e sem contextualização.

Dupla Sintonia: Não citou a referência do Desoer que originou a idéia do projeto. As figuras não estão no corpo do texto. A expressão da constante de acoplamento se correta, está solta no relatório. Relatório confuso.

ANEXO D - AVALIAÇÃO E COMENTÁRIOS SOBRE OS TRABALHOS 1 E 2 (EM1 – 2006/2)

TRABALHO 1: CORREÇÃO E COMENTÁRIOS

DESTAQUES GERAIS E COMENTÁRIOS

1. Tabelas e gráficos sempre devem estar acompanhados de uma legenda identificando-os. Por exemplo: *Figura 1: Comportamento do campo elétrico devido a uma distribuição discreta de cargas elétricas*. Caso a figura ou tabela seja de uma outra publicação esta deve estar citada na legenda. Atenção: todas as grandezas físicas que constam de gráficos ou tabelas devem ter unidades.
2. É imprescindível, na altura do campeonato, saber bem um editor de texto (e de equações), como editar uma tabela, planilhas e outras ferramentas computacionais básicas.
3. Uma das propostas deste trabalho é a análise do campo elétrico devido a distribuições discreta e contínua de cargas. Portanto um procedimento recorrente seria: para uma dada distribuição contínua de carga como é o campo para uma distribuição discreta de cargas contidas no mesmo espaço? Assim, calcule o campo para uma distribuição crescente de cargas e faça a análise do erro (que é SEMPRE positivo).
4. Códigos de programas devem estar em anexo e não no texto principal.
5. Qualquer relatório deve ter uma capa identificando o título e autores do trabalho.,
6. Norma \equiv módulo \equiv amplitude. Em engenharia não é comum usar a palavra norma.

ACÁCIO: programa sem testes; sem dedução das expressões para campo de distribuição contínua; gráfico e tabelas sem legenda e comentários; apresentação confusa. Nota: 6,0

ADERILSON: fez testes no programa; tabelas sem legendas e comentários; bom comentário final. Nota: 8,0

ANDRÉ ALEXANDRE: relatório confuso; análise dos resultados deficiente. Nota: 5,0

- ANDRÉ MELO:** grandezas sem unidades; fez testes do programa. Nota: 8,0
- ANDRÉ PERIM:** gráficos sem legendas, sem unidades e pouco explicativos; fez testes com o programa; tabelas confusas; relatório um pouco confuso. Nota: 7,0
- BERNARDO:** relatório objetivo; não apresentou códigos; sem deduções da expressão do campo devido a distribuição contínua. Nota: 8,0
- CAROLINA:** código sempre em anexo e não texto principal; tabelas confusas; não deduziu a expressão do campo para distribuição contínua. Nota: 6,0
- CESAR STORCH:** Relatório bom; os testes do programa foram realizados para apenas uma carga; Cuidado com termos tipo: “*A presunção de anulamento*”, “*No próximo capítulo, serão apresentados, intuitivamente..*”, “*Para a vistoria da eficiência do programa*” Nota: 9,0
- DANIEL COSMO:** testes do programa para carga única; não apresentou os códigos. Nota: 8,0
- DANIEL GODOY:** tabelas sem unidades; os códigos devem estar em anexo e não no texto principal; conclusões deficientes sobre o discreto e o contínuo. Nota: 7,0
- DOUGLAS:** boa apresentação das tabelas com os resultados dos testes (item 2). O mesmo não acontece no item 3 (discreto e contínuo). Análises deficientes dos resultados em relação ao discreto e contínuo. Nota: 7,0
- EDUARDO BRITO:** ε (permissividade) tem unidade, é Faraday/metro; códigos devem estar em anexo e não no texto; tabelas sem legendas e sem unidades; não deduziu campo devido à distribuição contínua; conclusões e análises deficientes do discreto e contínuo. Nota: 7,0
- FELIPE FONSECA:** não apresentou resultados; código no texto e não em anexo. Nota: 5,0
- FELIPE DEMUNER:** sem apresentação de deduções teóricas; tabelas sem legendas, unidades e análises dos resultados; sobre discreto e contínuo: sem resultados e reconhece erro no programa. Nota: 5,0
- FELIPE MAIA:** relatório sem capa; todas tabelas sem legendas e unidades; códigos no texto; sem análise do discreto e do contínuo. Nota: 6,0
- GUIDO SCHUINA:** erro negativo, análise dos resultados (discreto / contínuo): confusa; relatório sem capa. Nota: 7,0
- GUILHERME AUGUSTO:** teste com apenas uma carga; discreto e contínuo: sem resultados e análise dos mesmos. Códigos no texto e não em anexo. Nota: 5,0

HENRIQUE REGIANE: Tabelas sem legenda e sem unidades; discreto/contínuo: não constam resultados prejudicando as análises. Nota: 6,0

HIGOR: teste para uma carga apenas; não fez dedução da expressão do campo contínuo. Nota: 8,0

JOABSON: sem resultados e sem análises. Nota: 5,0

LUIZ TAUFFER: testes para uma carga apenas; sem dedução do campo contínuo; erro negativo; discreto/contínuo: problema nos cálculos. Nota: 5,0

MICHAEL VAGO: testes para uma carga apenas; sem a dedução do campo contínuo; boa apresentação das tabelas; boa discussão do discreto e do contínuo com representação gráfica. No endereço citado onde estão os programas: http://rapidshare.de/files/33210171/Eletromag__Discreto_X_Cont_nuo_.zip.html deu servidor não encontrado. Nota: 8,0

PEDRO ALBERNAZ: tabelas sem legendas e incompletas; código no texto e não em anexo; discreto/contínuo: sem dados e sem análise. Nota: 6,0

RAFAEL BRASIL: fez testes utilizando resultados do livro (bom). Discreto/contínuo: não está claro os resultados para o erro e as análises. Nota: 6,0

PEDRO PAULO: relatório sem capa; apresentação dos dados em tabelas sem legendas e unidades; discreto/contínuo: não está claro quem é a distribuição discreta de cargas. Nota: 7,0

RENAN: relatório sem capa; não aparece a expressão do campo contínuo; erro negativo; não apresentou códigos. Nota: 5,0

RICARDO RASSELLI: não deduziu o campo devido à distribuição contínua de cargas; tabela sem unidades; boa análise do discreto e do contínuo. Nota: 8,0

RODRIGO NEVES: tabelas sem legendas e sem unidades; códigos no texto e não como anexo; teste com uma carga apenas; erros incorretos e absurdos; positivo: um item do relatório para auto-avaliação. Nota: 6,0

ROGÉRIO NEVES: relatório (sem capa) sem deduções, sem dados e análises; links com a wikipedia: se é boa a idéia como forma não suficiente com conteúdo; não há referência aos resultados que estão em outro arquivo. Nota: 5,0

ROMENIGUE: tabelas sem unidades e pouco explicáveis; erro negativo (?) e com valores incorretos. Nota: 6,0

THAIRO: códigos no trexto; teste com apenas uma carga; erros incompatíveis (aumentou com o aumento de cargas?). Nota: 6,0

SIDNEY LOSS: fez apenas a primeira parte e sem análises consistentes. Nota: 5,0

TARCÍSIO: tabelas e gráfico sem legendas e unidades, além de poucos explicativos; na primeira tabela: o que significa valor esperado? Nota: 7,0

THYAGO: relatório (com capa, mas sem identificação) sem qualquer dedução ou análises insuficientes; discreto/contínua: com erros (negativos?) absurdos. Nota: 6,0

THIAGO AMORIM: boas tabelas; erro negativo; discreto/contínua: análise confusa. Nota: 7,0

TIAGO FERNANDES: relatório sem capa; sem testes (validação) do programa e resultados; discreto/contínua: insuficiente. Nota: 5,0

TIAGO CARDOSO: relatório sem qualquer análise de resultados; nada sobre discreto/contínua. Nota: 5,0

VINÍCIUS ERVATTI: tabelas sem legendas e unidades; código no texto; análise dos resultados: quase nenhuma. Nota: 5,0

VITOR CORREIA: tabelas e mais tabelas e nenhuma análise dos resultados. Nota: 5,0

TRABALHO 2: CORREÇÃO E COMENTÁRIOS

DESTAQUES GERAIS E COMENTÁRIOS

7. Tabelas e gráficos sempre devem estar acompanhados de uma legenda identificando-os. Por exemplo: *Figura 1: Comportamento do campo elétrico devido a uma distribuição discreta de cargas elétricas*. Caso a figura ou tabela seja de uma outra publicação esta deve estar citada na legenda. Atenção: todas as grandezas físicas que constam de gráficos ou tabelas devem ter unidades.
8. É imprescindível, na altura do campeonato, saber bem um editor de texto (e de equações), como editar uma tabela, planilhas e outras ferramentas computacionais básicas.
9. Códigos de programas devem estar em anexo e não no texto principal.
10. Qualquer relatório deve ter uma capa identificando o título e autores do trabalho com seus endereços eletromagnéticos (e-mail).

ACÁCIO: códigos no texto. Nota: 9,0.

ADERILSON: Tabelas I, B, H e outras sem unidades. Gráfico 8, um problema: a frequência da fem mudou. A fem é a derivada de B, portanto a **frequência e período não mudam**. Nota: 7,0.

ANDERSON: gráficos com escalas pouco visíveis; sem referências; bom relatório. Nota: 9,0

ANDRÉ ALEXANDRE:

ANDRÉ MELO: sem capa; bom relatório. Nota: 9,0

ANDRÉ PERIM: sem capa; primeira tabela (sem identificação e unidades) com valores de permeabilidade incorretos; a fem está incorreta. Nota: 6,0

ADRIANO: sem capa; código no texto; gráficos sem legendas e identificação. Nota: 8,0

BERNARDO: gráficos sem identificação; não fez os cálculos para 1 KHz. Nota: 8,0

CAROLINA: tabelas: como fazer? Gráficos com unidades incorretas; código no texto; boa idéia colocar todos os gráficos numa única tabela, apesar da pouca visibilidade. Nota: 7,0

CESAR STORCH: “Diversos experimentos foram exercidos no laboratório...”

O que está como fluxo (Weber) corresponde a densidade de fluxo magnético (mT); gráficos e tabelas sem identificação; permeabilidade relativa incorreta; código no texto; conclusão ?? Nota: 7,0

DANIEL COSMO: não fez cálculos para 1 KHz. Nota: 8,0

DANIEL GODOY: tabelas?? Gráficos $\mu_r H$ e fem x tempo incorretos. Não fez os cálculos da fem para 1 KHz. Nota: 6,0

DOUGLAS: gráfico $\mu_r \times H$ incorreto; não fez fem para 1 KHz. Nota: 7,0

EDUARDO BRITO: tabelas?? Gráfico fem x H incorreto; não fez fem para 1 KHz. Nota: 7,0

FELIPE FONSECA: código no texto; gráfico $\mu_r \times H$ incorreto. Nota: 8,0

FELIPE DEMUNER: Bom relatório. Nota: 9,0

FELIPE MAIA: $\mu_r \times H$? fem x t ? Nota: 7,0

FELIPE NASCIMENTO: tabela sem unidades e sem identificação; fluxo magnético ou densidade de fluxo? Fem só para 1 KHz e incorreta. Nota: 7,0

GUIDO SCHUINA: gráficos sem identificação e problemas de escala. Nota: 8,0

GUIDO ALVES: gráficos sem unidades; fem ??? Nota: 7,0

GUILHERME AUGUSTO: arquivos inacessíveis no texto principal; fem (200 V) ?? Nota: 7,0

HENRIQUE REGIANE: $\mu_r \times H$? Boa disposição dos gráficos. Nota: 8,0

HIGOR:

JOABSON: texto sem qualquer resultados; curva da permeabilidade relativa incorreta. Nota: 6,0

LUIZ TAUFFER: tabelas e gráficos sem identificação; sem códigos; $\mu_r \times H$?? Nota: 6,0

LÚCIO PAULO: $\mu_r \times H$? sem códigos. Nota: 7,0.

MICHAEL VAGO: não consta relatório; apenas tabelas e gráficos. Nota: 4,0

PEDRO ALBERNAZ: nada consta

RAFAEL BRASIL: não fez cálculos para 1 KHz. Nota: 7,0

PEDRO PAULO: Bom relatório. Nota: 9,0

RENAN: Códigos no texto; sem capa. Bom relatório. Nota: 9,0

RICARDO RASSELLI: Fem?? Bom relatório. Nota: 9,0

RODRIGO NEVES: $\mu_r \times H$? sem os códigos. Nota: 8,0

ROGÉRIO NEVES: Bom relatório em excel. $\mu_r \times H$? gráficos sem unidades; fem??

Nota: 8,0

ROMENIGUE: bom trabalho. Nota: 10,0

THAIRO: sem cálculos para 1 KHz. Nota: 8,0

SIDNEY LOSS: $\mu_r \times H$ incorreto; fluxo ou densidade de fluxo? Fem ?? Nota: 6,0

TARCÍSIO: não consta

THYAGO: $\mu_r \times H$? fem?? Nota: 6,0

THIAGO AMORIM: não é fluxo, é densidade de fluxo. Nota: 8,0

TIAGO FERNANDES: Bom trabalho. Nota: 9,0

TIAGO CARDOSO: Bom trabalho. Nota: 9,0

VINÍCIUS ERVATTI: $\mu_r \times H$? fem?? Falta cálculos para 1 KHz. Nota: 6,0

VITOR CORREIA: fem?? Nota: 7:0

ANEXO E - TRABALHOS 1 E 2 DO ESTUDANTE ROMENIGUE OLIVEIRA FERNANDES

**UFES – ENGENHARIA ELETRICA- ELETROMAGNETISMO I
SEMESTRE 2006/2**

Romenigue Oliveira Fernandes – romenigue21@hotmail.com

TRABALHO 1: SOBRE O DISCRETO E O CONTÍNUO

Para se calcular campo elétrico no espaço em geral encara dois tipos de situações que destoam entre si devido à forma da distribuição das cargas: a distribuição DISCRETA e a CONTÍNUA. Quais as relações que podemos tirar ao comparar para uma mesma distribuição elétrica no espaço o resultado obtido pela técnica de distribuição discreta (somatório das cargas pontuais) com o resultado da distribuição contínua (integração de uma dada densidade elétrica). Na primeira parte do trabalho criou-se um programa para se calcular a intensidade do campo elétrico para uma distribuição discreta qualquer no espaço. Para calcular o campo total gerado por uma distribuição discreta de n cargas no espaço foi criado um programa de computador em linguagem de alto nível C visto que o cálculo manual da soma vetorial dos campos gerados seria muito extenso para um n muito grande (precisaremos de n grande para comparar com o contínuo) e no mesmo programa será feito o cálculo para a mesma distribuição considerando agora se a mesma fosse contínua e sendo finalmente comparada a disparidade entre os dois resultados.

FORMULAÇÃO TEÓRICA

Parte1: Distribuição discreta de cargas no espaço.

De acordo com a lei de Coulomb o vetor campo elétrico num ponto P(x,y,z) (ponto de interesse) gerado por uma carga elétrica pontual localizada em (x',y',z') é dado por:

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \hat{r} \quad \text{>onde } R = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2}$$

$$\hat{r} = \frac{((x-x'), (y-y'), (z-z'))}{R}$$

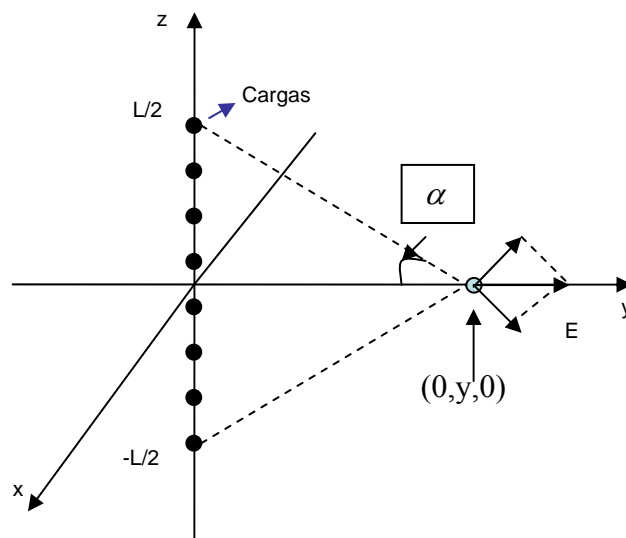
Para uma distribuição de n cargas no espaço o campo elétrico total é dado pela seguinte soma vetorial:

$$\vec{E} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R^2} \hat{r}_1 + \vec{E} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \hat{r}_2 + \dots + \vec{E} = \frac{Q_n}{4\pi\epsilon_0 R^2} \hat{r}_n$$

Parte2: Para uma distribuição contínua linear de cargas localizadas no eixo z do sistemas de coordenadas cartesianas e de comprimento L , simétrica em relação ao plano xy , ou seja de $-L/2 \leq z \leq L/2$, deduzimos a seguinte expressão para o cálculo do campo elétrico nos pontos contidos no eixo y , dados a densidade linear ρ de cargas, o comprimento L do fio e o ponto y no qual se deseja calcular o campo:

Nesse tipo de distribuição não existe campo na coordenada x visto que todo o sistema se encontra no plano $x = 0$, e por simetria da distribuição e localização do ponto de interesse as coordenadas y do campo se anulam.

Como só nos interessa a coordenada y temos:



α

$$\vec{E} = \vec{E}_y \rightarrow \vec{E} = E \cos \alpha \hat{y}$$

$$dE = dE \cos \alpha$$

$$\int dE = \int dE \cos \alpha \rightarrow E = \int \frac{\cos \alpha * dq}{4\pi\epsilon_0 R^2}, \quad \text{sendo } dq = \rho dl = \rho dz,$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\cos \alpha * \rho * dz}{(z^2 + y^2)}, \text{ sendo } z = y * \operatorname{tg} \alpha \rightarrow dz = y * \sec^2 \alpha * d\alpha$$

$$e = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\cos \alpha * y * \sec^2 \alpha * d\alpha}{(y^2 * \operatorname{tg}^2 \alpha + y^2)} \rightarrow \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \frac{\cos \alpha * y * \sec^2 \alpha * d\alpha}{y^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}$$

$$E = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\cos \alpha}{y} d\alpha \rightarrow E = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0 y} [\operatorname{sen} \alpha]_{\alpha_1}^{\alpha_2}, \text{ temos } \operatorname{sen} \alpha = \frac{z}{R} = \frac{z}{(y^2 + z^2)^{1/2}}$$

$$E = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0 y} \left[\frac{z}{\sqrt{z^2 + y^2}} \right]_{-L/2}^{L/2} \rightarrow E = \frac{\rho L}{2\pi\epsilon_0 y} \frac{1}{(L^2 + 4y^2)^{1/2}}$$

DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

Consta em anexo do trabalho o código fonte de dois programas, ambos em linguagem de alto nível C. O primeiro se baseou na primeira parte da teoria e permite o cálculo do campo elétrico em qualquer lugar do espaço para distribuição de n cargas, recebendo como parâmetro de entrada a posição de cada carga, seu respectivo módulo de carga e o numero de cargas a serem distribuídas. O segundo programa recebe como parâmetro de entrada o comprimento do fio localizado no eixo z, a densidade linear de carga elétrica e o ponto no eixo y onde se quer calcular o campo.

Tabela com testes de validação do primeiro programa:

Ponto interesse	Numero cargas pontuais	Modulo carga (x 1.6 × 10 ⁻¹⁹ coulomb)	Coordenada carga	Campo resultante
(0,0,0)	6	Todas de mesmo valor	Simétricas duas a duas em relação a origem.	(0,0,0)
(0,0,z)	N cargas	As duas simétricas com mesmo valor	Simétrica duas a duas em relação ao ponto Z. ex(0, y,z) e (0,-y,z)	(0,0,0)
(1, -3, 7)	2	1)3.125x10 ¹⁰ ; 2)-1.25x10 ¹⁰	1)(2,0,4) ; 2)(-3,5,0);	(~1.003,1.283, 1,398)

Obs:o último teste pode ser encontrado como um dos exemplos do livro”elementos de eletromagnetismo” de Mathew N. O. Sadiku.

Tabela com testes de validação da distribuição elétrica discreta do segundo programa:

Comprimento do fio	Densidade	Ponto sobre eixo y	Campo resultante
8	0.25	3	(0; 6,90571x10 ⁻¹¹ ;0)
8	0.375	3	(0; 2,28911x10 ⁻¹⁰ ;0)

*estes resultados foram comparados com os obtidos através do programa 1 e percebeu-se que ambos os programas davam a mesma resposta confirmando a certeza do cálculo da distribuição discreta.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

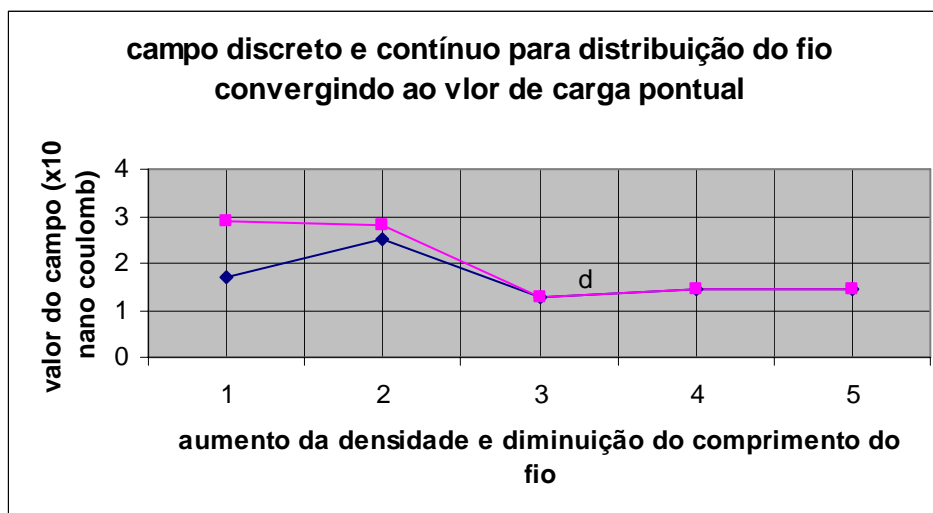
Comprimento L do fio (micro metros)	Densidade elétrons/micro metro	(D) Ponto sobre eixo y	Erro
100	1	10000	-2,52519x10 ⁻⁷
100	1	1	-0.02352
100	1	0.1	-11.9414
100	1	0.01	-1124,53
100	1	100	-0,02023
100	10	100	-0,0002002
1	10	100	-2,77771x10 ⁻⁶

Como observado nas 4 primeiras condições da tabela, para L e D constantes se aumentarmos a distância com relação ao fio mais real se torna o cálculo contínuo. Nas condições 5 e 6 conclui-se que mantendo agora L e a posição do ponto de interesse constantes, se aumentar a densidade do fio o resultado do cálculo contínuo também se aproxima do real. Analisando as condições 6 e 7 pode-se concluir que ao diminuirmos cada vez mais o tamanho L mantendo D e y constantes a solução também converge a um valor, ou seja ao transformarmos o L tão pequeno quanto possível o contínuo “se torna” real.

Outra observação interessante: imagine situações tal que a quantidade de carga envolvida seja a mesma, ou seja, $LxD=cte$. Porém tal quantidade de carga é distribuída de acordo com a tabela abaixo. Pode-se concluir ao analisar tal tabela que a medida que esse conjunto de carga se agrega a um fio cada vez menor até o este fio tender a um ponto teremos o cálculo do contínuo e da distribuição discreta tendendo para um resultado como se fosse a mesma quantidade de carga concentrada num ponto. (em toda essa análise manteve-se o ponto de interesse constante).(observe também que pela convergência dos resultados o cálculo diminui tendendo a zero).

Comprimento do fio (micro metros)	Densidade (D) (elétrons micro metro)	Ponto sobre eixo y	Cálculo programa1(carga pontual)	Cálculo discreto	Cálculo contínuo	Erro
1000	0.01	10	$1,438689 \times 10^{-10}$	$1,682112 \times 10^{-13}$	$2,8768 \times 10^{-12}$	-16.012
100	0.1	10	$1,438689 \times 10^{-10}$	$2,4919 \times 10^{-11}$	$2,8215 \times 10^{-11}$	-0.009712
10	1	10	$1,438689 \times 10^{-10}$	$1,25878 \times 10^{-10}$	$1,2868 \times 10^{-10}$	-0.02265
0.1	100	10	$1,438689 \times 10^{-10}$	$1,43867 \times 10^{-10}$	$1,43867 \times 10^{-10}$	-2.77x10 ⁻⁶
0.01	1000	10	$1,438689 \times 10^{-10}$	$1,43869 \times 10^{-10}$	$1,43869 \times 10^{-10}$	-2.77x10 ⁻⁸

Todas as unidades se encontram no sistema internacional de unidades.



REFERÊNCIAS

SADIKU, Matthew N. O. – Elementos de Eletromagnetismo – Bookman.

HAYT, William Jr - Eletromagnetismo – Livros Técnicos e Científicos Editora

A NÃO LINEARIDADE EM MATERIAIS MAGNÉTICOS

Aluno: Romenigue Oliveira Fernandes

e-mail: romenigue21@hotmail.com

ELETROMAGNETISMO I - 2006/2 – UFES

Introdução

Em termos genéricos, os materiais magnéticos podem ser agrupados em três categorias principais: diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos. Nos dois primeiros grupos se encontram materiais de pouca permeabilidade magnética ($\mu_r \approx 1$), entretanto apresentam uma característica interessante: são lineares.

O ferromagnetismo ocorre em materiais para os quais os átomos têm momento magnético permanente relativamente grande. São denominados ferromagnéticos porque o material mais conhecido é o ferro. Outros materiais são o cobalto, níquel e seus compostos. Os materiais ferromagnéticos são muito úteis na prática. De forma distinta dos materiais diamagnéticos e dos paramagnéticos, os materiais ferromagnéticos têm as seguintes propriedades:

- 1. São capazes de serem magnetizados fortemente por um campo magnético;**
- 2. Retêm um grau considerável de magnetização quando retirados do campo;**
- 3. Perdem suas propriedades ferromagnéticas se aproximando de materiais paramagnéticos lineares quando a temperatura fica acima de uma certa temperatura conhecida como temperatura *curie*.**
- 4. São não lineares.**

Será discutida no relatório a característica 4, tema central do trabalho, ou seja quanto a linearidade ou não linearidade de um material ferromagnético.

Objetivo

Verificar a característica não linear de um material ferromagnético.

Equipamentos Utilizados

- Indutor de 580 espiras e comprimento 11.5 cm, com núcleo de ferro com baixo teor de carbono do qual se quer estudar a natureza magnética não linear;
- Sonda Hall com a qual se medirá a densidade fluxo magnético \vec{B} ;
- Fontes de corrente DC.

Procedimento

!) Análise da não linearidade devido a uma excitação contínua.

Coloca-se o medidor do campo no entreferro do indutor e faz-se a calibração do sistema. Em seguida aplica-se corrente contínua ao indutor que criará um campo magnético a ser medido pela sonda e com a relação $H = \frac{NI}{L}$ construiu-se a

tabela abaixo:

TABELA 1 – VALORES DE I, B e H

H(A/m)	B(mT)	H(A/m)	B(mT)	H(A/m)	B(mT)
0	0	27789.56522	203	55528.69565	251
2521.73913	22	30361.73913	210	57999.995	253
5093.913043	50	32883.47826	216	60521.73391	256
7565.217391	76	35304.34783	221	63194.78261	259
10086.95652	99	37826.08696	226	65565.21739	261
12608.69565	121	40347.82609	230	68238.26087	263
15130.43478	140	42869.56522	234	70659.13043	266
17702.6087	157	45441.73913	238	73281.73913	268
20224.34783	171	47913.04348	241	75652.17391	270
22695.6521	183	50434.78261	245		
25772.17391	196	52956.52174	249		

Obs: essas medidas foram obtidas em laboratório.

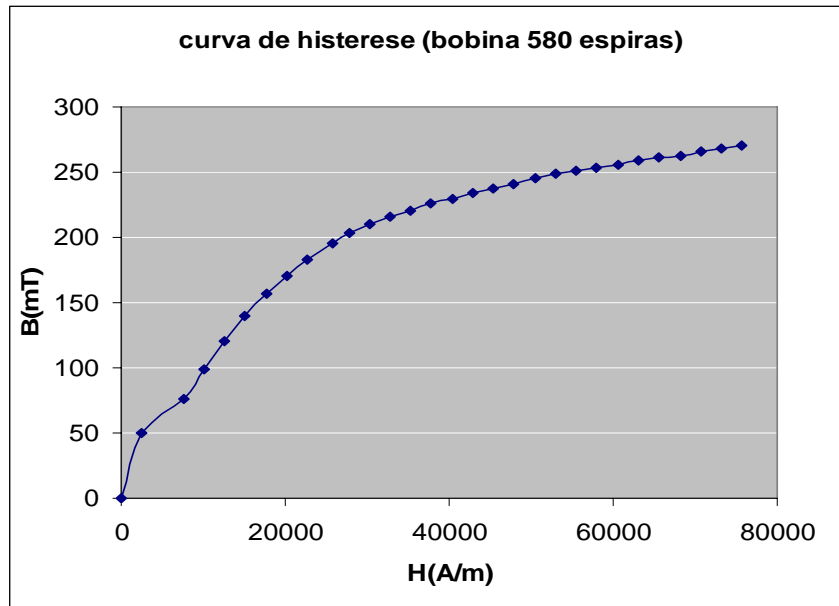


GRÁFICO 1 – CURVA DE HISTERESE

Através desses pares de pontos, pode-se ajustar uma curva representada por um polinômio que descreva os pontos plotados. Através de um software computacional, como MATLAB® (o método de obtenção da curva através do software encontra-se em arquivo anexo) pode-se obter essa curva ajustada por um polinômio de 12º grau, dada por:

$$\begin{aligned}
 &1.6788e-053 H^{12} - 7.9964e-048 H^{11} + 1.7015e-042 H^{10} - 2.1346e-037 H^9 + \\
 &1.7524e-032 H^8 - 9.8561e-028 H^7 + 3.8581e-023 H^6 - 1.0465e-018 H^5 + 1.9284e- \\
 &014 H^4 - 2.3174e-010 H^3 + 1.5006e-006 H^2 + 0.0062 H - 0.0278
 \end{aligned}$$

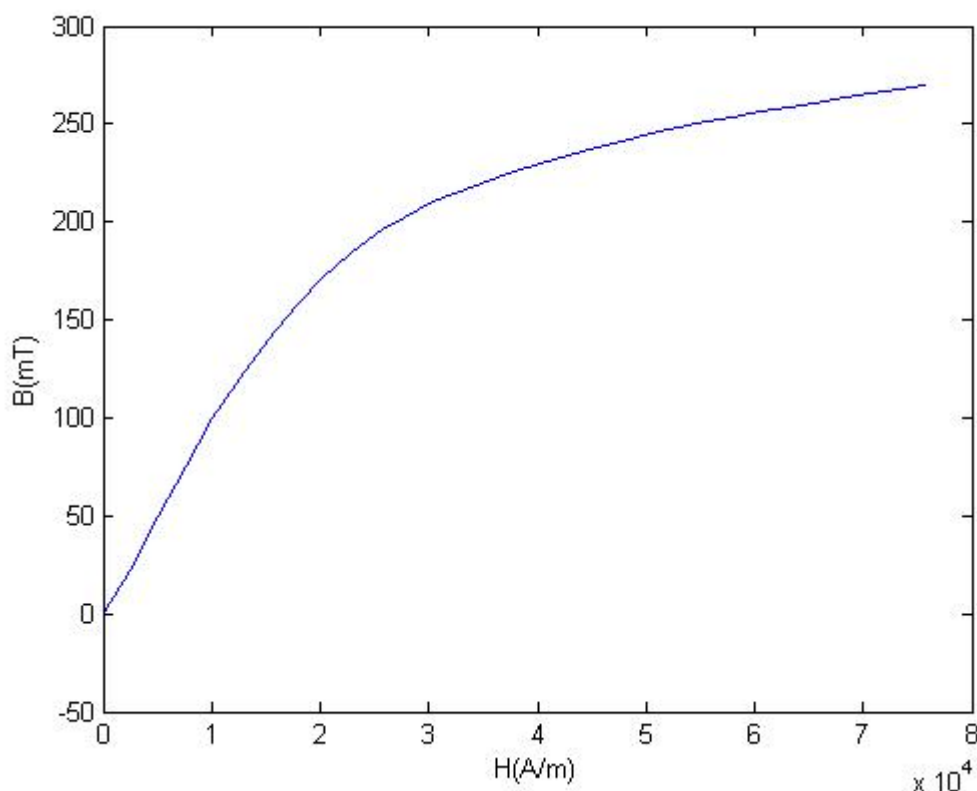


GRÁFICO 2 – CURVA DE HISTERESE (REPRESENTADA PELO POLINÔMIO INTERPOLADO)

PERMEABILIDADE MAGNÉTICA μ VERSUS H

Para cada ponto do gráfico B x H aplicamos a relação:

$$B = \mu H \rightarrow \mu = \frac{B}{H}$$

Devido a não linearidade do material do núcleo do indutor utilizado pode-se observar que para cada par (H_i, B_i) obtemos um μ correspondente diferente, ou seja, μ varia com o campo no qual o material ferromagnético está submetido, confirmando assim a característica não linear do ferro com baixo teor de carbono utilizado no núcleo do indutor.

TABELA 2 – VALORES DE H, B e μ

H(A/m)	B(m T)	μ x(10^{-6})	H(A/m)	B(m T)	μ x(10^{-6})	H(A/m)	B(m T)	μ x(10^{-6})
zero	zero		27789,565 22	203	7,3049	55528,695 65	251	4,520185
2521,73913	22	8,72413	30361,739 13	210	6,85884 69	57999,995	253	4,362069
5093,913043	50	9,81563 6	32883,478 26	216	6,56864 8	60521,733 91	256	4,229885
7565,217391	76	10,0459 77	35304,347 83	221	6,25985 2	63194,782 61	259	4,098439
10086,95652	99	9,81465 5	37826,086 96	226	5,97553 68	65565,217 39	261	3,980769
12608,69565	121	9,59655 1	40347,826 09	230	5,70043 1	68238,260 87	263	3,854142
15130,43478	140	9,25287 3	42869,565 22	234	5,45841 7	70659,130 43	266	3,764552
17702,6087	157	8,86874 9	45441,739 13	238	5,23747 5	73281,739 13	268	3,657118
20224,34783	171	8,45515 5	47913,043 48	241	5,02994 5	75652,173 91	270	3,568965
22695,6521	183	8,06321 8	50434,782 61	245	4,85775 8			
25772,17391	196	7,60510 1	52956,521 74	249	4,70197			



GRÁFICO 3 – μ VERSUS H

2) Análise da não linearidade devido a uma excitação senoidal

Para a análise da não linearidade do material, o procedimento consiste em observar a resposta a uma excitação do tipo:

$$H(t) = 0,5H_{m\acute{a}x} + 0,3H_{m\acute{a}x}\text{sen}\omega t$$

Onde $H_{m\acute{a}x}$ corresponde ao valor máximo da intensidade medida em laboratório e cujo valor é 270.

Temos então a seguinte excitação senoidal:

$$H(t) = 37826,08696 + 22695,65217\text{sen}\omega t$$

FREQUÊNCIA DE 60 Hz

Sabe-se que $\omega = 2\pi f$ e para uma frequência de 60 Hz tem-se:

$$H(t) = 37826,08696 + 22695,65217\text{sen}120\pi t$$

Será utilizado para verificação apenas um ciclo da excitação, ou seja, $0 \leq t \leq \frac{1}{60}$.

Forma da onda de excitação do circuito magnético:

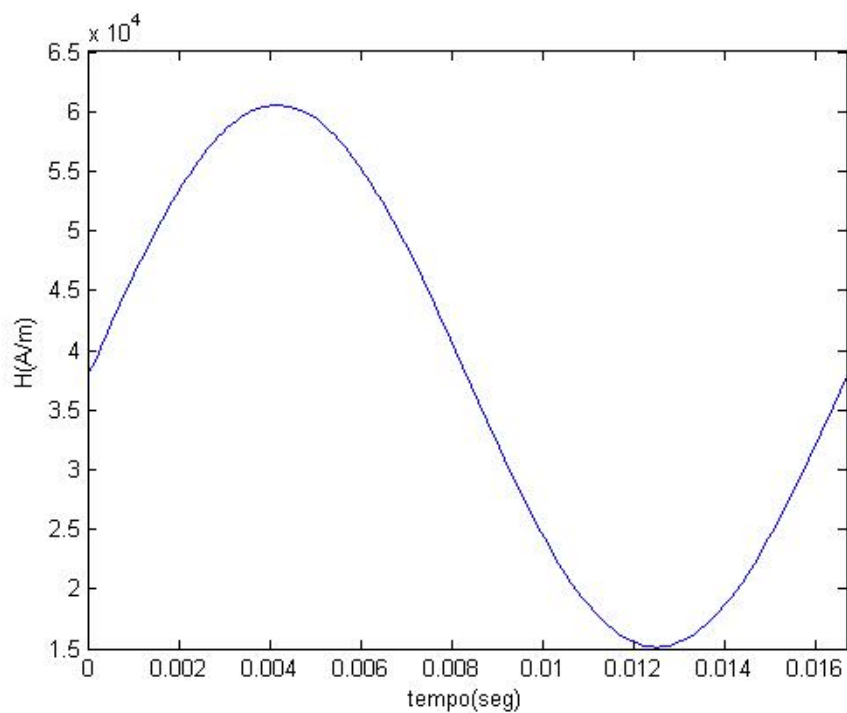


GRÁFICO 5 – Excitação $H(t)$ para uma frequência de 60Hz (um ciclo).

Como $H(t)$ varia no tempo temos consequentemente um B variando no tempo da seguinte forma representada pelo gráfico abaixo:

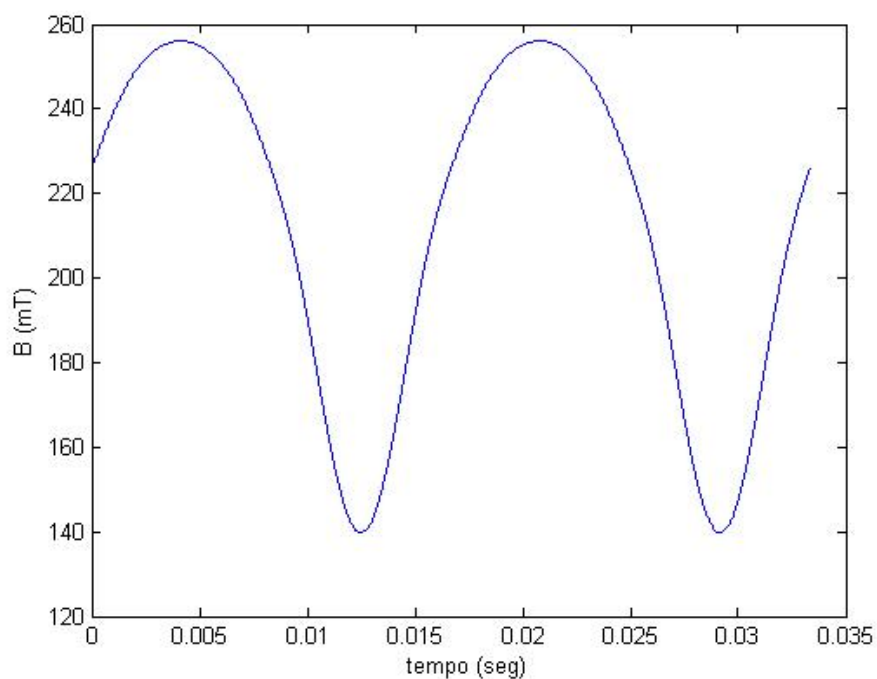


GRÁFICO 6 – B versus Tempo (devido a onda de excitação de 60hz- dois ciclos)

Observe que a onda obtida da excitação senoidal não implica em outra onda senoidal perfeita devido a não linearidade do material em questão.

2.1) FREQUÊNCIA DE 1KHz

Agora, excita-se o indutor com a mesma onda senoidal porém com uma frequência maior equivalente a 1KHz:

$$H(t) = 37826,08696 + 22695,65217 \text{sen}2000\pi t$$

Será utilizado para verificação apenas um ciclo da excitação, ou seja,

$$0 \leq t \leq \frac{1}{1000}.$$

Forma da onda de excitação do circuito magnético:

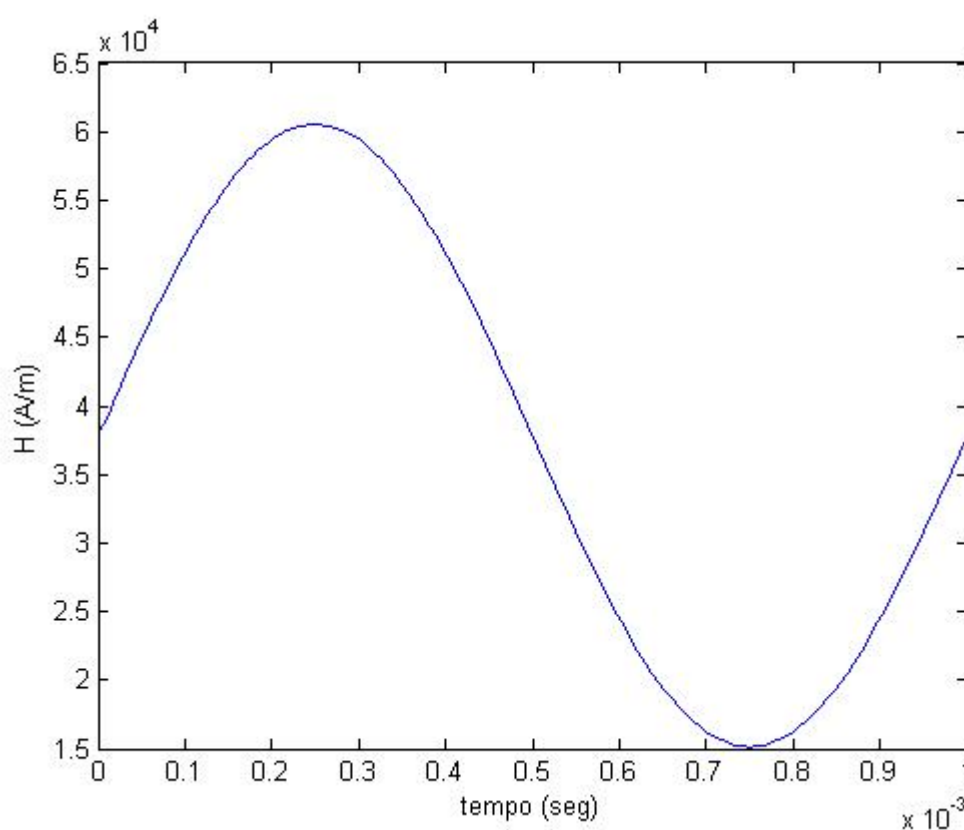


GRÁFICO 7 – Excitação H(t) para uma frequência de 1KHz (um ciclo).

Como H varia no tempo temos consequentemente B variando no tempo da seguinte forma para um campo H de entrada equivalente a 1KHz:

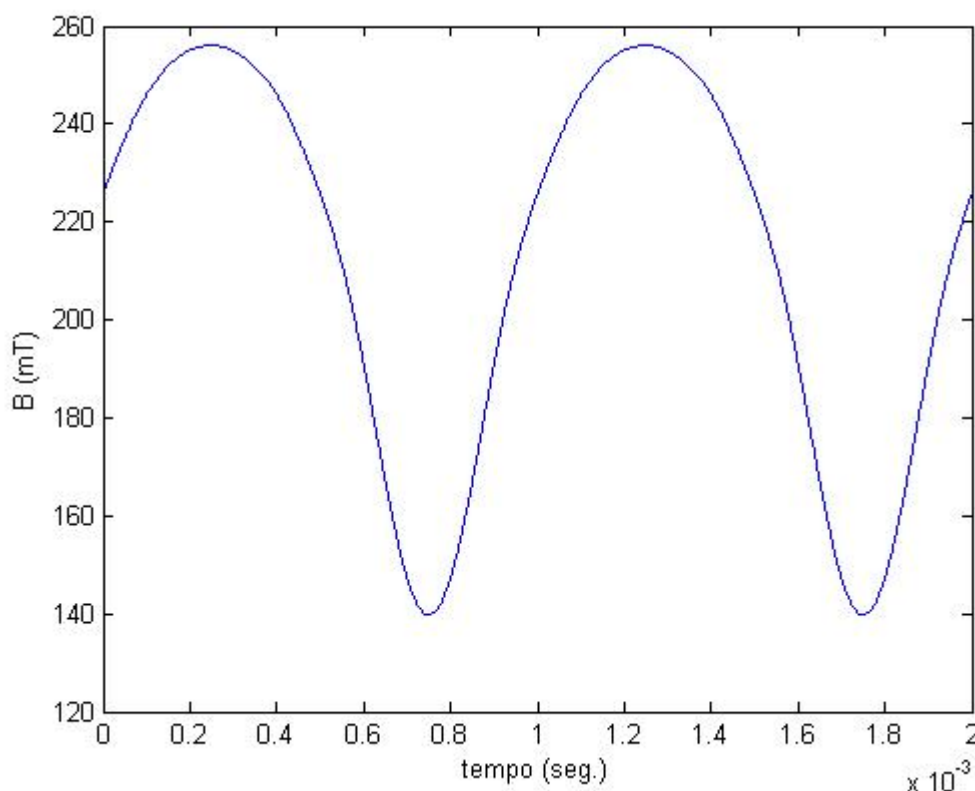


GRÁFICO 8 – B versus Tempo (devido a onda de excitação de 60hz- dois ciclos)

Novamente, devido a não linearidade do material ferro com baixo teor de carbono utilizado no indutor, não temos uma senóide perfeita B como resposta a senóide H de entrada, isso se deve novamente à variação do μ .

3) Cálculo da fem induzida devido a excitação senoidal

De acordo com a lei de Faraday, se há variação de fluxo magnético sobre uma espira tem-se uma fem induzida nessa espira.

Na experiência temos um campo H(t) variando no tempo, conseqüentemente tem-se um B(t) variando no tempo. Como a espira em questão se encontra estacionária o fluxo na espira varia devido a variação do campo B(t) o que implica em uma fem de transformador.

$$V_{fem} = -\frac{d\lambda}{dt} = -N \frac{d\Psi}{dt}$$

$$V_{fem} = -N \int \frac{\partial B}{\partial t} dS = -N * S * \frac{\partial B}{\partial t}$$

Logo, derivando o gráfico B(t) obtido anteriormente em função do tempo e multiplicando pelas constantes N, S, tem-se a força eletromotriz induzida.

3.1) fem induzida devido a excitação de 60Hz

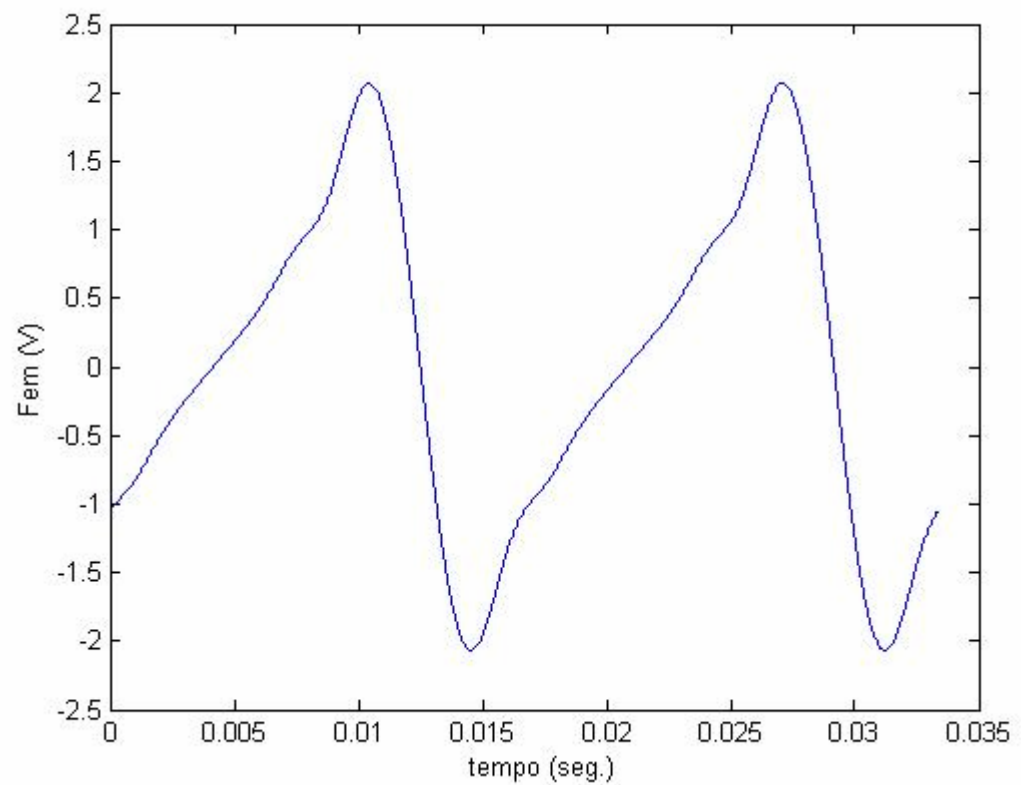


GRÁFICO 9 – fem induzida para excitação de 60Hz

3.2) fem induzida devido a excitação de 1KHz

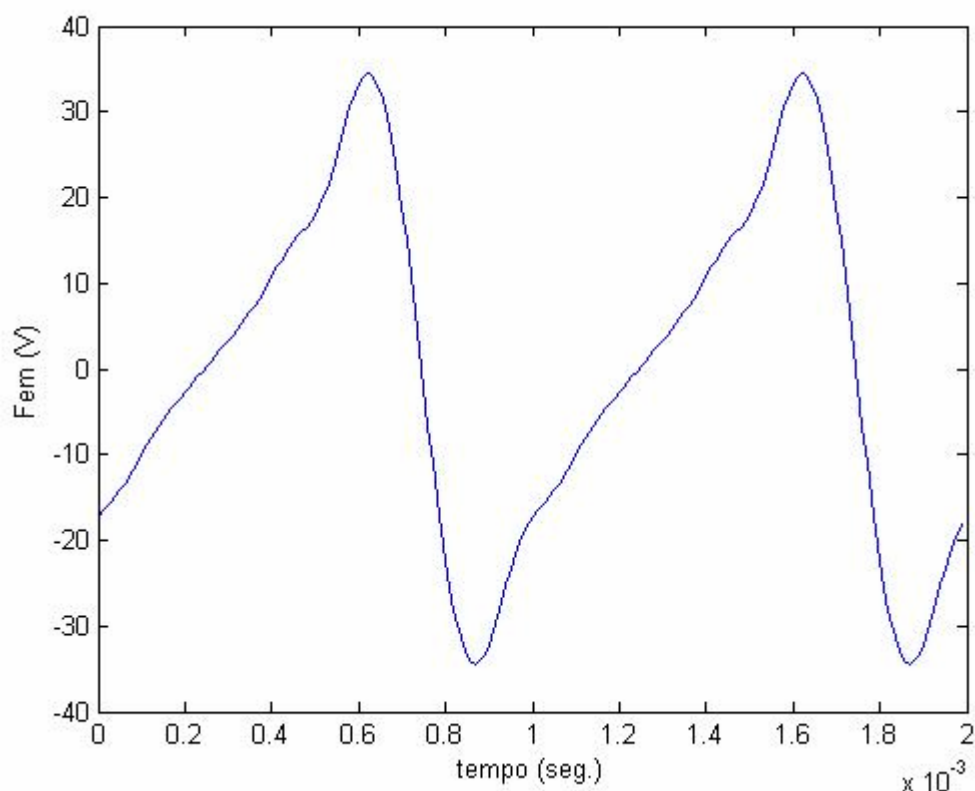


GRÁFICO 10 – fem induzida para excitação de 1Khz

CONCLUSÕES

Em suma, pode-se tirar convincentes conclusões sobre a não linearidade de um material ferromagnético, em especial para o ferro com baixo teor de carbono.

Em primeira instância, pelo gráfico 1 pode-se ver que a curva de magnetização possui característica não linear, tendendo a uma saturação. Através do gráfico 2 frisa-se a variação da relação entre H e B, ou seja, a variação de μ em função do campo magnético de entrada.

Ao analisar o estímulo senoidal conclui-se que devido à não linearidade do material em questão temos como resposta um campo magnético B como uma curva não linear, diferente da excitação H (senoidal), se tivéssemos como resposta para B uma onda em forma de senóide como H concluiríamos que as duas ondas iriam diferir apenas de uma constante, que seria o μ (constante para

todo ponto do gráfico BxH). Pode-se então concluir que devido a diferença das duas ondas temos um μ não constante provando a não linearidade .

Por último, ao refletir sobre os gráficos 9 e 10 pode-se concluir que a fem induzida devido a uma excitação de maior frequência é maior pois $\frac{\partial B}{\partial t}$ é maior em módulo para uma frequência maior, ou seja, a tensão entre os terminais da espira submetida a uma frequência maior é mais alta, além disso a fem também é variável pois ela tenta se opor ao campo B que é variável e apresenta característica de onda diferente da excitação novamente devido à não linearidade.

CÓDIGO MATLAB

%funcoes auxiliares implementadas em linguagem MATLAB, programa matematico usado como ferramenta para a elaboracao dos resultados.

% FUNCAO 1

%Dados os pares ordenados (H,B) obtidos no laboratório constrói-se um polinomio que descreve a curva HxB através da funcao abaixo

%A função 1 recebe como parâmetro de entrada os dados obtidos em laboratório, ou seja,

%os H e B correspondentes, utiliza uma função existente no matlab chamada polifit que gera

%os coeficientes do polinômio interpolado de 11 grau, em seguida usa-se a função polival

%que calcula os valores respectivos de B para cada H no polinomio interpolado e finalmente

%plotando os pontos através da função plot.

function ajuste (H,B)

 % Ajustando os pontos a um polinômio de 12º grau

 p=polyfit(H,B,11)

```

save p;
% Tendo ajustado uma curva aos pontos pode-se traçar o gráfico.
% Para isso calcula-se os valores y do polinomio substituindo os valores
de
% H no polinomio de 11º grau
y=polyval(p,H);
% Traçando o gráfico:
plot(H,y)
% Assim,pode-se verificar se o polinomio obtido condiz com o que era
% esperado.

%FUNCAO 2
% A funcao abaixo controí o grafico de Bt para frequência de 60Hz
% A função 2 inicialmente seleciona e gurada em uma matriz linha vários
valores para t
%no intervalo  $0 \leq t \leq 1/30$ , intervala para se completar um ciclo, em seguida
calcula, utili-
%zando a fórmula que descreve a onda de 60 Hz, os respectivos Ht para os
pontos de t sele-
%cionados no intervalo, a terceira ação do programa é calcular os
respectivos Bt utilizando
% o polinômio interpolado na FUNÇÃO 1 para finalmente construir o gráfico
através da função
%plot.

function f60 (p)
% Calculando os valores de H
t=[0:0.000001:1/30];
save t;
Ht=37826.08696 + 22695.65217*sin(376.9911*t);
% Substituindo os valores de H no polinômio
Bt=polyval(p,Ht);

```

```

Bt=Bt*100*1.5*1.5*0.0000001*pi;
save Bt;
% Fazendo o gráfico
plot(t,Bt)

```

```
%FUNCAO 3
```

```

% A funcao abaixo contro o grafico de Bt para frequencia de 1KHz
%Análoga a FUNÇÃO 2 contudo utiliza-se frequencia de 1 KHz

```

```
function f1000 (p)
```

```

% Calculando os valores de H
t=[0:0.000001:1/500];
save t;
Ht=37826.08696 + 22695.65217*sin(6283.1853*t);
% Substituindo os valores de H no polinômio
Bt=polyval(p,Ht);
Bt=Bt*100*1.5*1.5*0.0000001*pi;
save Bt;
% Fazendo o gráfico
plot(t,Bt)

```

REFERÊNCIAS

SHADIKU, Matheu N. O. **Elementos de Eletromagnetismo**. 3ª ed. São Paulo: Bookman, 2004.

ANEXO F - Questionários aplicados à turma de Eletromagnetismo 1

Análises dos dados coletados nos questionários da turma EM1-2007/1

6.1 O questionário utilizado:

O questionário abaixo foi aplicado na turma de Eletromagnetismo 1- 2007/1, no início (13/03/2007) e no final (11/07/2007) do semestre letivo. No primeiro, 37 de uma turma de 41 (90%) estudantes responderam. No segundo, 29 (70%) responderam. As questões 13 e 14 não foram aplicadas na consulta final.

QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO

TURMA DE ELETROMAGNETISMO I – 2007 / 1

1. Qual a carga horária média semanal dedicada para a realização de todas às atividades extra-aula propostas no curso (leituras, tarefas, interações etc.)?

1 hora 4 horas 10 horas 20 horas mais que 20 horas

2. Como você classifica a sua dedicação ao curso?

plenamente satisfatória satisfatória insatisfatória

3. Em relação ao tempo gasto para realizar as atividades do curso, indique como seu tempo é utilizado? (1 – menor utilização e 6 - maior utilização)

Leituras;

Trabalhos escolares (resolução de problemas ou trabalhos escolares);

Interações a distância (internet);

Interações presenciais (com professores, colegas e outros);

Aprendizagem tecnológica (recursos computacionais, equipamentos de laboratório);

Outras. Quais?

4. Quais as formas que você utiliza para resolver suas dúvidas (1 é o menos usual e 5 o mais usual)

- Fazendo contato com algum colega na UFES;
- Fazendo contato com algum colega via internet;
- Fazendo contato com o professor via internet;
- Fazendo contato com o professor na UFES;
- Resolve sozinho
- Outras. Quais: _____

5. Classifique o tipo de dúvidas quando estuda (1 é menos freqüente e 4 o mais freqüente)

- Dúvidas tecnológicas
- Dúvidas das atividades propostas
- Dúvidas dos conteúdos propostos
- Outros. Quais? _____

6. O que pensas sobre trabalhar em grupo? É bom fazer trabalhos em grupo por quê?

- ajudo meus colegas que não podem fazer os trabalhos;
- recebo ajuda quando não tenho muito tempo;
- as dificuldades que os colegas encontram me ajudam a refletir melhor sobre o o problema que está sendo resolvido;
- não tenho o costume de trabalhar em grupo

7. Com que freqüência você costuma fazer contato com colegas para esclarecer dúvidas ou propor soluções de atividades do curso?

- Constantemente. Principal forma usada para tanto (presencial, e-mail, fóruns etc.)?

De vez enquanto. Principal forma usada para tanto?

Raramente. Principal forma usada para tanto?

Nunca.

8. Como você aprende? (1 é o menos usual e 5 o mais usual)

- aprendo estudando para as provas
- estudo a teoria e depois faço exercícios
- discuto com os colegas a teoria e depois conferimos as soluções dos problemas
- aprendo mais fazendo com as aplicações e exercícios do que estudando a teoria
- aprendo mais quando a teoria está relacionada com a prática (laboratório, p.ex.)
- aprendo com trabalhos e / ou projetos
- exemplifique outras formas de aprendizagem que utiliza: _____

9. De uma forma geral como você estuda?

Selecione as alternativas que correspondem ao que você entende por aprender.

- Um colega sabe de memória as fórmulas de cinemática e resolve, corretamente, vários problemas. Ele aprendeu cinemática.
- Outro colega estuda rapidamente a teoria e resolve bastante exercícios. Considerando que as provas contêm apenas exercícios considero um bom caminho para aprender o assunto.
- Um sujeito odeia fazer exercícios de cálculo e fica estudando em vários livros e discutindo com os colegas. Ele vai aprender cálculo.
- A avaliação de uma disciplina de física consta de provas teóricas e trabalhos experimentais realizados no decorrer do curso. Vou aprender mais desta maneira.

Caso as opções anteriores não diz do o seu entendimento sobre o que é aprender
explícite melhor:

**Qual é o seu grau de satisfação com a organização curricular do curso
(organização em disciplinas, seqüência das disciplinas, articulação entre as
disciplinas)?**

excelente muito bom razoável insuficiente deficitário

**10. Qual é o seu grau de satisfação com o desenvolvimento das disciplinas do curso
(materiais pedagógicos, atividades, cronograma, tempo para as atividades etc)?**

excelente muito bom razoável insuficiente deficitário

Exemplifique algumas dificuldades encontradas:

**11. Qual o seu nível de satisfação com respeito às contribuições do curso, de uma
forma geral, até agora, para sua qualificação profissional?**

excelente bom razoável baixa muito baixa

**12. No seu entendimento, quais dificuldades, de natureza pedagógica, que
impedem o êxito nas disciplinas?**

**13. Indique a quantidade semanal média de horas (aproximada) de uso da internet,
considerando os locais:**

_____ em casa;

_____ em casa de amigos;

_____ lan house ou cyber café;

_____ na UFES

_____ outros.

Quais? _____

14. Você tem computador em sua residência? () Sim () Não

15. Em caso positivo, a conexão de internet é em banda larga?

Sim () () Não

16. Em que intensidade o computador e a internet são utilizados por você na resolução de situações particulares? (exemplo: compra, busca de informação, transações bancárias)

() nunca () raramente () algumas vezes

() frequentemente (por exemplo: todas as semanas mas sem horário definido)

() sistematicamente.(por exemplo: todos os dias, mais ou menos no mesmo horário, ou 3 ou mais dias com horário definido)

Neste caso, exemplifique o uso de alguns recursos computacionais e da internet:

17. Você usa o computador e a internet como instrumento de comunicação social em situações além das solicitações do curso?

() nunca () raramente () algumas vezes () frequentemente () sistematicamente

18. Você usa o computador e a Internet como instrumento de lazer?

() nunca () raramente () algumas vezes () frequentemente () sistematicamente

Neste caso da pergunta, dê alguns exemplos:

19. Você usa o computador e a internet como instrumento de apoio à sua atividade como estudante?

() nunca () raramente () algumas vezes () frequentemente () sistematicamente.

20. Que tipo de programa (software) ou ferramenta computacional você utiliza?

(1 – usa pouco, 5 – usa muito)

Editor de Textos () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Planilha () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Navegador () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Tabelas () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Outros:

21. Você utiliza algumas das ferramentas de informação e comunicação abaixo?

E-mail () muito () mais ou menos () pouco () nunca

Lista de discussão () muito () mais ou menos () pouco () nunca

Fórum () muito () mais ou menos () pouco () nunca

Chat (texto) () muito () mais ou menos () pouco () nunca

MSN/Skype (texto/áudio) () muito () mais ou menos () pouco () nunca

MSN/Skype (texto/áudio/vídeo) () muito () mais ou menos () pouco () nunca

Outros:

22. Que tipo de recurso computacional você conhece que não foi utilizado no curso, mas que, no seu entender, poderia trazer novas contribuições?

23. Quais as suas expectativas para os próximos semestres?

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ENGENHARIA ELÉTRICA

PROFESSOR: Edson Pereira Cardoso

Vitória, 13 de março de 2007.

6.2 Os resultados das duas aplicações:

Algumas observações pertinentes:

- m) Dedicação às atividades extra-aulas: um aumento desta dedicação durante o semestre (no início 30,4 % dedicavam de 20 horas semanais ou mais. No final este índice foi de 62 %).
- n) Tempo gasto nas atividades do curso: há uma predominância no tempo gasto nos trabalhos escolares e resolução de problemas. Predominam as interações presenciais com os professores e colegas.
- o) Formas para resolver dúvidas: com colegas na UFES. Houve um aumento dos que optaram por resolver dúvidas com colegas via internet.
- p) Trabalho em grupo: a maioria optou por afirmar que as dificuldades que os colegas encontram ajudam a refletir melhor sobre os problemas a resolver.
- q) Contato com colegas para resolver dúvidas: constantemente, na forma presencial. No início, 94,5 % responderam constantemente ou mais ou menos. No final, este índice foi de 99,9 %.
- r) Como estuda? Estuda a teoria com a resolução de exercícios e depois consulta os colegas. Percebe-se um aumento dos estudos em grupo.
- s) O que entende por aprender? Aprende quando a avaliação consta de provas teóricas e trabalhos experimentais realizados durante o curso.
- t) Uso da internet: 17 horas semanais em casa. Baixo uso do Laboratório de Computação da Engenharia Elétrica. Todos têm computador e conexão banda larga em suas residências.

- u) Usa o computador e a internet frequentemente para resolução de problemas particulares, em comunicação social para além do curso e lazer.
- v) O computador e internet como apoio às atividades de estudante: frequentemente ou sistematicamente – 81,9 % no início e 93 % no final. Portanto houve um aumento do uso do computador e a internet no apoio às atividades escolares.
- w) Ferramentas ou programas computacionais: usa muito o navegador e editores de texto (houve um pequeno aumento desta ferramenta nos dados finais).
- x) Ferramentas de informação e comunicação: considerando as respostas em que usa muito ou usa mais ou menos temos o seguinte resultado:
 - E-mail: início – 97,2 % e final – 93 %
 - Lista de discussão: início - 48,6 e final - 62 %
 - Fórum: início – 56,7 % e final – 68,9 %
 - Chat (texto): início – 37,1 % e final - 48,2 %
 - MSN/Skype (texto/áudio): início – 91,8 % e final - 96,5 %

 - MSN/Skype (texto/áudio/vídeo): início – 58,3 % e final – 53,5 %

Percebe-se o uso freqüente do e-mail e msn. Houve um aumento do uso de fóruns.

QUESTIONARIO APLICADO EM ELETROMAGNETISMO 1 – 2007/1

Estuda em livros	7,8	6,9	
	INICIO	FINAL	
1. Carga horária média semanal para atividade extra-aula (%)	66,8	62	
4 h	22,2		
10 h (-1)	47,2	37,9	
20 h	16,6	58,6	
Mais que 20 h	13,8	3,4	
2. Dedicção ao curso (%)			
Satisfeito pleno	13,8	13,8	
Satisfatória (-1)	75	79,3	
Insatisfatória	11,1	6,2	
3. Tempo gasto nas atividades do curso (de 1 a 6)			
Leituras	3,4	3,7	
Trabalhos	4,3	4,5	
Interação distância	3,6	3,2	
Interação presencial	4,1	4,0	
Aprendizagem tecn	2,4	3,4	
4. Forma para resolver dúvidas (de 1 a 5)			
c/ colega na UFES	4,6	4,3	
c/ colega internet	2,6	3,2	
c/ prof. Internet	1,6	1,9	-1
c/ prof. Na UFES	3,2	2,9	
Sozinho	3,2	2,9	
5. Tipo de dúvidas (de 1 a 4)			
Tecnológicas	2,4	2,5	
Atividade proposta	2,5	2,7	
Atividade conteúdo	2,4	2,8	
6. Trabalho em grupo (%)			
Ajudo colegas			
Recebo ajuda	8,1	14,2	-1
Dificuldade ajuda	86,5	85,7	
Não a grupo	5,4		
7. Contato com colegas para resolver dúvidas (%)			
Constantemente	62,1	65,5	
De vez em quando	32,4	34,4	
Raramente	5,4		
8. Como aprende (de 1 a 5)			
Estudando provas	3,2	3,3	-3
Teoria e exercícios	3,9	4,0	-1
Discute c/colegas	2,8	2,8	-3
Aplicações/exerc	2,6	3,2	-3
Teoria / prática	2,5	4,2	-5
Trabalhos / projetos	2,9	3,8	-5
10. O que entende por aprender (%)			
Memorização			
Teoria / exercícios	26,3	31	

	INÍCIO	FINAL	
11. Satisfação com o currículo (%)			
Excelente	13,5	6,9	
Muito bom	64,8	48,3	
Razoável	21,6	41,3	
Insuficiente		3,4	
12. Grau de satisfação com as disciplinas (%)			
Excelente	5,4	3,5	
Muito bom	43,2	35,7	-1
Razoável	48,6	50,0	
Insuficiente	2,7	10,7	
13. Média semanal na internet (horas)			
Em casa	17,2	17,6	
Casa de amigos	0,7	1,5	
Na UFES	1,4	3,2	
14. Computador na residência (%)			
Sim	97,3	100,0	
Não	2,7		
15. Conexão banda larga em casa (%)			
Sim	86,5	96,5	
Não	3,5	3,4	
16. Uso do computador e internet na resolução de problemas particulares (%)			
Raramente	8,1	17,2	
Algumas vezes	27	13,8	
Freqüentemente	45,9	62,0	
Sistematicamente	18,9	6,9	
17. Uso do computador e internet em comunicação social para além do curso (%)			
Nunca	2,7		
Raramente	2,7	17,2	
Algumas vezes (-1)	13,5	13,8	
Freqüentemente	48,7	62,0	
Sistematicamente	32,5	6,9	
18. Computador e internet como lazer (%)			
Raramente			
Algumas vezes	29,7	10,3	
Freqüentemente	45,9	58,6	
Sistematicamente	24,3	31,0	
19. Computador e internet como apoio às atividades de estudante (%)			
Raramente			
Algumas vezes	10,8	6,9	
Freqüentemente	81	75,8	
Sistematicamente	8,1	17,2	
20. Programas ou ferramentas computacionais que usa (de 1 a 5)			
Editor de texto	3,5	4,1	
Planilha	2,1	2,5	
Navegador	4,8	4,9	
Tabelas	2,4	2,6	
21. Ferramentas de informação e comunicação (%)			

		INÍCIO	FINAL	
E-mail	Muito	70,2	82,7	
	+ou-	27,0	10,3	
	Pouco	2,7	6,9	
	Nunca			
Lista de discussão	Muito	5,4	3,4	
	+ou-	43,2	58,6	
	Pouco	37,8	34,5	
	Nunca	13,5	3,4	
Fórum	Muito	24,3	13,8	
	+ou-	32,4	55,1	
	Pouco	37,8	27,6	
	Nunca	5,4	3,4	
Chat (texto)	Muito	5,7	24,1	
	+ou-	31,4	24,1	
	Pouco	17,1	31	
	Nunca	45,7	20,7	
Msn / Skype texto/áudio	Muito	64,8	82,7	
	+ou-	27,0	13,8	
	Pouco	8,1	3,4	
	Nunca			
Msn / Skype Texto/áudio/vídeo	Muito	30,5	32,1	
	+ou-	27,8 (-1)	21,4 (-1)	
	Pouco	22,2	32,1	
	Nunca	19,4	14,3	

6.3 As questões escolhidas para as simulações no CHIC:

QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO

TURMA DE ELETROMAGNETISMO I – 2007 / 1

Questionários respondidos: 37 início

Questionários respondidos: 29 final

1. Qual a carga horária média semanal dedicada para a realização de todas às atividades extra-aula propostas no curso (leituras, tarefas, interações etc.)?

(h1) 4 horas (h2/h1) 10 horas (h3/h2) 20 horas (h4/h3) mais que 20 horas

4. Quais as formas que você utiliza para resolver suas dúvidas (1 é o menos usual e 5 o mais usual)

- (d1) Fazendo contato com algum colega na UFES;
- (d2) Fazendo contato com algum colega via internet;
- (d3) Fazendo contato com o professor via internet;
- (d4) Fazendo contato com o professor na UFES;
- (d5) Resolve sozinho

8. Como você aprende? (1 é o menos usual e 5 o mais usual)

- (a81) aprendo estudando para as provas
- (a82) estudo a teoria e depois faço exercícios
- (a83) discuto com os colegas a teoria e depois conferimos as soluções dos problemas
- (a84) aprendo mais fazendo com as aplicações e exercícios do que estudando a teoria
- (a85) aprendo mais quando a teoria está relacionada com a prática (laboratório, p.ex.)
- (a86) aprendo com trabalhos e / ou projetos

9. De uma forma geral como você estuda?

- (e91) Lendo teoria e fazendo exercício
- (e92) Fazendo exercício
- (e93) Primeiro só depois em grupo
- (e94) Estudando teoria e tirando dúvidas com o professor

10. Selecione as alternativas que correspondem ao que você entende por aprender.

(ap1) Outro colega estuda rapidamente a teoria e resolve bastante exercícios. Considerando que as provas contêm apenas exercícios considero um bom caminho para aprender o assunto.

(ap2) Um sujeito odeia fazer exercícios de cálculo e fica estudando em vários livros e discutindo com os colegas. Ele vai aprender cálculo.

(ap3) A avaliação de uma disciplina de física consta de provas teóricas e trabalhos experimentais realizados no decorrer do curso. Vou aprender mais desta maneira.

15. Indique a quantidade semanal média de horas (aproximada) de uso da internet, considerando os locais:

(i1) em casa

(i2) na UFES

21. Você usa o computador e a internet como instrumento de apoio à sua atividade como estudante?

(ie1) algumas vezes (ie2) frequentemente (ie3) sistematicamente

22. Que tipo de programa (software) ou ferramenta computacional você utiliza?

(1 – usa pouco, 5 – usa muito)

Editor de Textos - ed 1 2 3 4 5

Planilha - pl 1 2 3 4 5

Navegador - na 1 2 3 4 5

Tabelas - tb 1 2 3 4 5

23. Você utiliza algumas das ferramentas de informação e comunicação abaixo?

E-mail - em (1) muito (2) mais ou menos (3) pouco (4) nunca

Fórum - f (1) muito (2) mais ou menos (3) pouco (4) nunca

MSN/Skype (texto/áudio) - ms (1) muito (2) mais ou menos (3) pouco (4) nunca

7. Com que frequência você costuma fazer contato com colegas para esclarecer dúvidas ou propor soluções de atividades do curso?

(cd1) Constantemente. Principal forma usada para tanto (presencial, e-mail, fóruns etc.)?

1. Presencial (19), e-mail (2), msn (4), fóruns (2), telefone, orkut, chat
2. Presencial (6) presencial e via internet (5)

(cd2) De vez enquando. Principal forma usada para tanto?

3. Presencial (9), e-mail (2), através da internet, fórum
4. Presencial (5)

(cd3) Raramente. Principal forma usada para tanto?

19. Você usa o computador e a internet como instrumento de comunicação social em situações além das solicitações do curso?

nunca raramente (is3) algumas vezes (is4) frequentemente (is5) sistematicamente

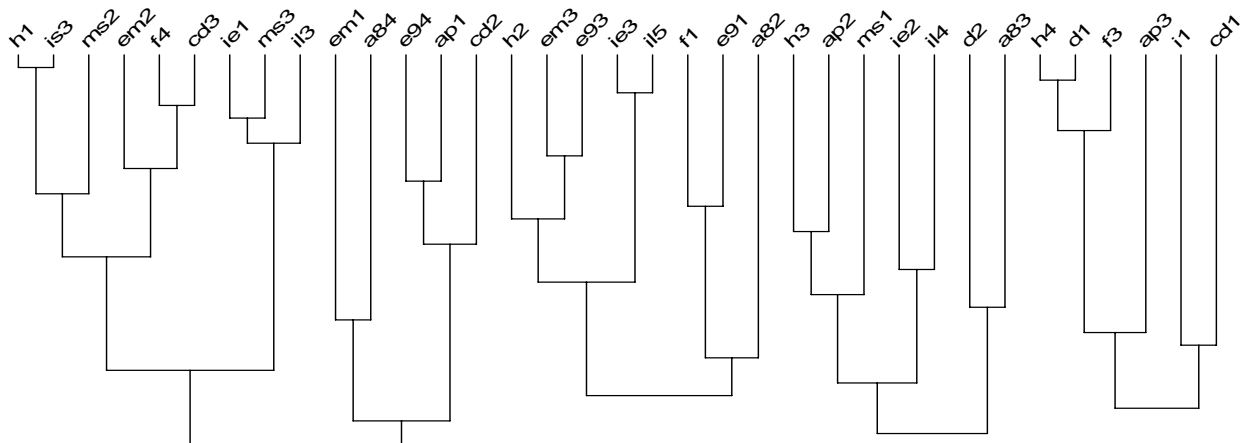
20. Você usa o computador e a Internet como instrumento de lazer?

nunca raramente (il3) algumas vezes (il4) frequentemente (il5) sistematicamente

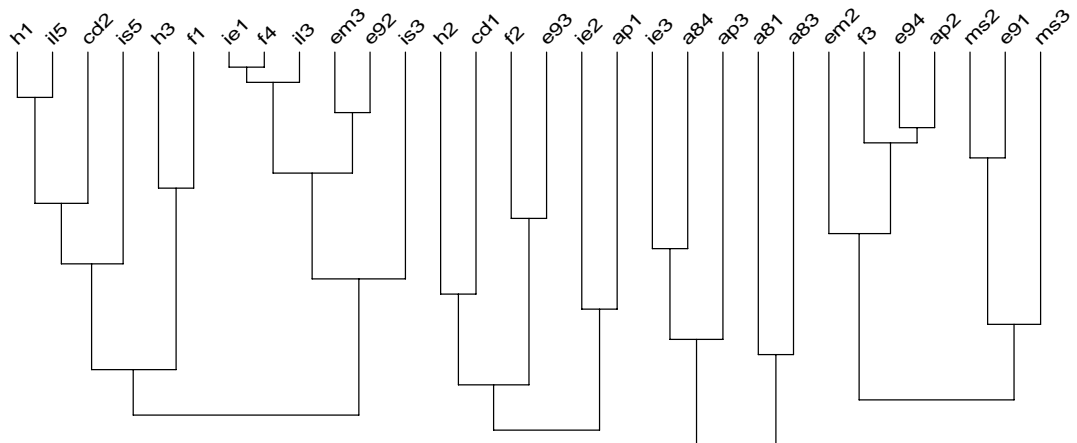
Neste caso da pergunta, dê alguns exemplos:

6.4 Os resultados no CHIC:

✓ Similaridade



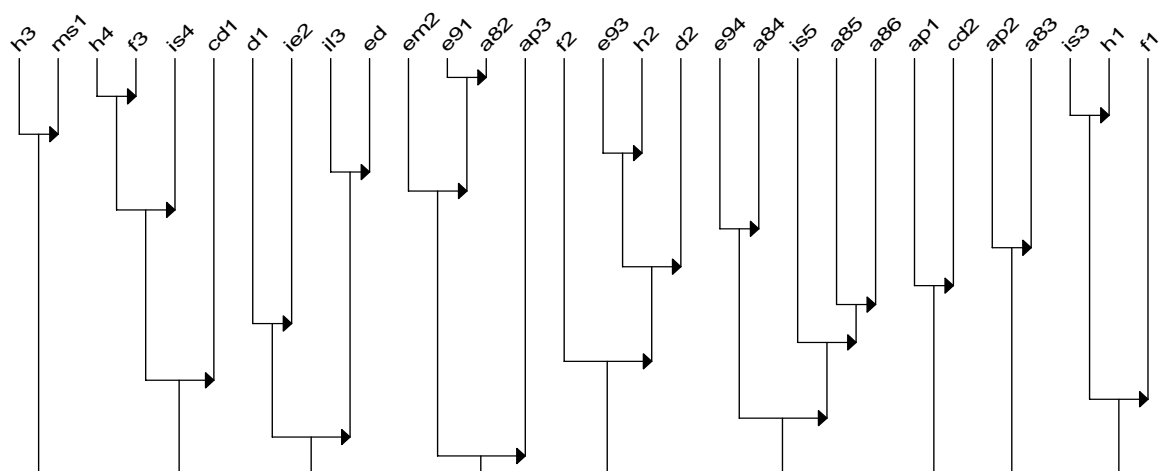
q22-inicio sem d3, d4, i2, ed, pl, na, tb, f2, a81, a86, e92, is4, is5



Árvore de similaridades : C:\Documents and Settings\xp\Meus documentos\CHIC 4.1 Brésil\Chic\Q22final.csv

q22- final sem d1, d2, d3, d4, d5, i1, i2, ed, pl, na, tb, em1, ms1, a85, a86, cd3, is4, il4

✓ Coesão



Árvore coesitiva : C:\Documents and Settings\xp\Meus documentos\CHIC 4.1 Brésil\Chic\Q22inicio.csv

q22- inicio sem d3, ie1, ie3, pl, na, tb, f4, ms3, cd3, il5, i1, d4, d5, i2, em1, e92, a81, ms2 e il4

Classificação ao nível: 1 : (e91 a82) Coesão : 0.978

Classificação ao nível: 2 : (h4 f3) Coesão : 0.978

Classificação ao nível: 3 : (is3 h1) Coesão : 0.972

Classificação ao nível: 4 : (h3 ms1) Coesão : 0.926

Classificação ao nível: 5 : (e93 h2) Coesão : 0.921

Classificação ao nível: 6 : (il3 ed) Coesão : 0.864

Classificação ao nível: 7 : (em2 (e91 a82)) Coesão : 0.843

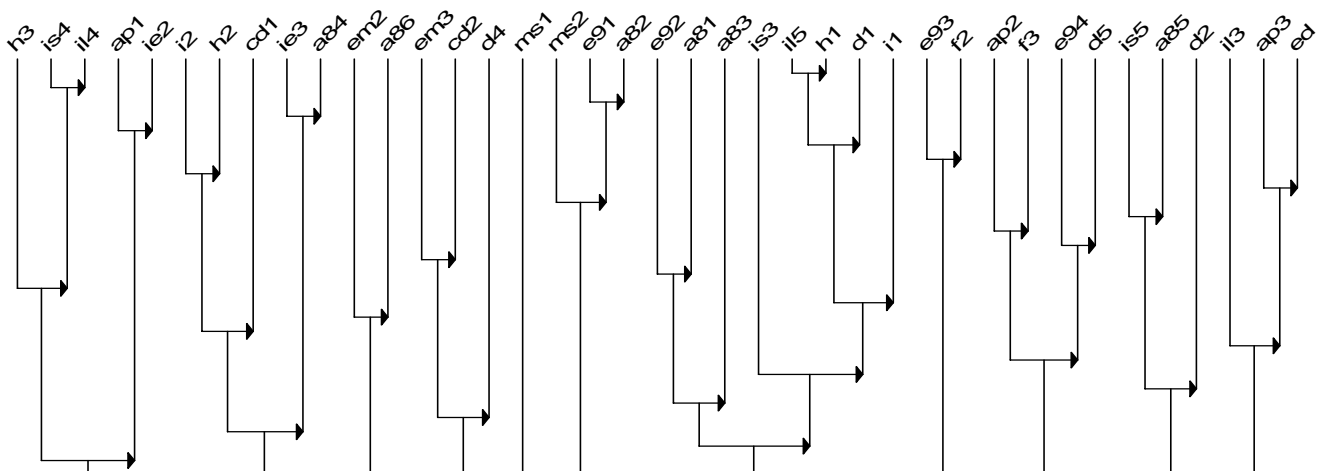
Classificação ao nível: 8 : ((h4 f3) is4) Coesão : 0.843

Classificação ao nível: 9 : (e94 a84) Coesão : 0.836

Classificação ao nível: 10 : (ap2 a83) Coesão : 0.834

Classificação ao nível: 11 : ((e93 h2) d2) Coesão : 0.809

Classificação ao nível: 12 : (ap1 cd2) Coesão : 0.792



Árvore coesitiva : C:\Documents and Settings\xp\Meus documentos\CHIC 4.1 Brésil\Chic\Q22final.csv

q22- final, sem d3, ie1, pl, na, tb, f4, ms3, cd3, fl e ms1

Classificação ao nível: 1 : (il5 h1) Coesão : 0.985

Classificação ao nível: 2 : (is4 il4) Coesão : 0.974

Classificação ao nível: 3 : (e91 a82) Coesão : 0.97

Classificação ao nível: 4 : (ie3 a84) Coesão : 0.942

Classificação ao nível: 5 : (ap1 ie2) Coesão : 0.93

Classificação ao nível: 6 : ((il5 h1) d1) Coesão : 0.924

Classificação ao nível: 7 : (e93 f2) Coesão : 0.906

Classificação ao nível: 8 : (i2 h2) Coesão : 0.884

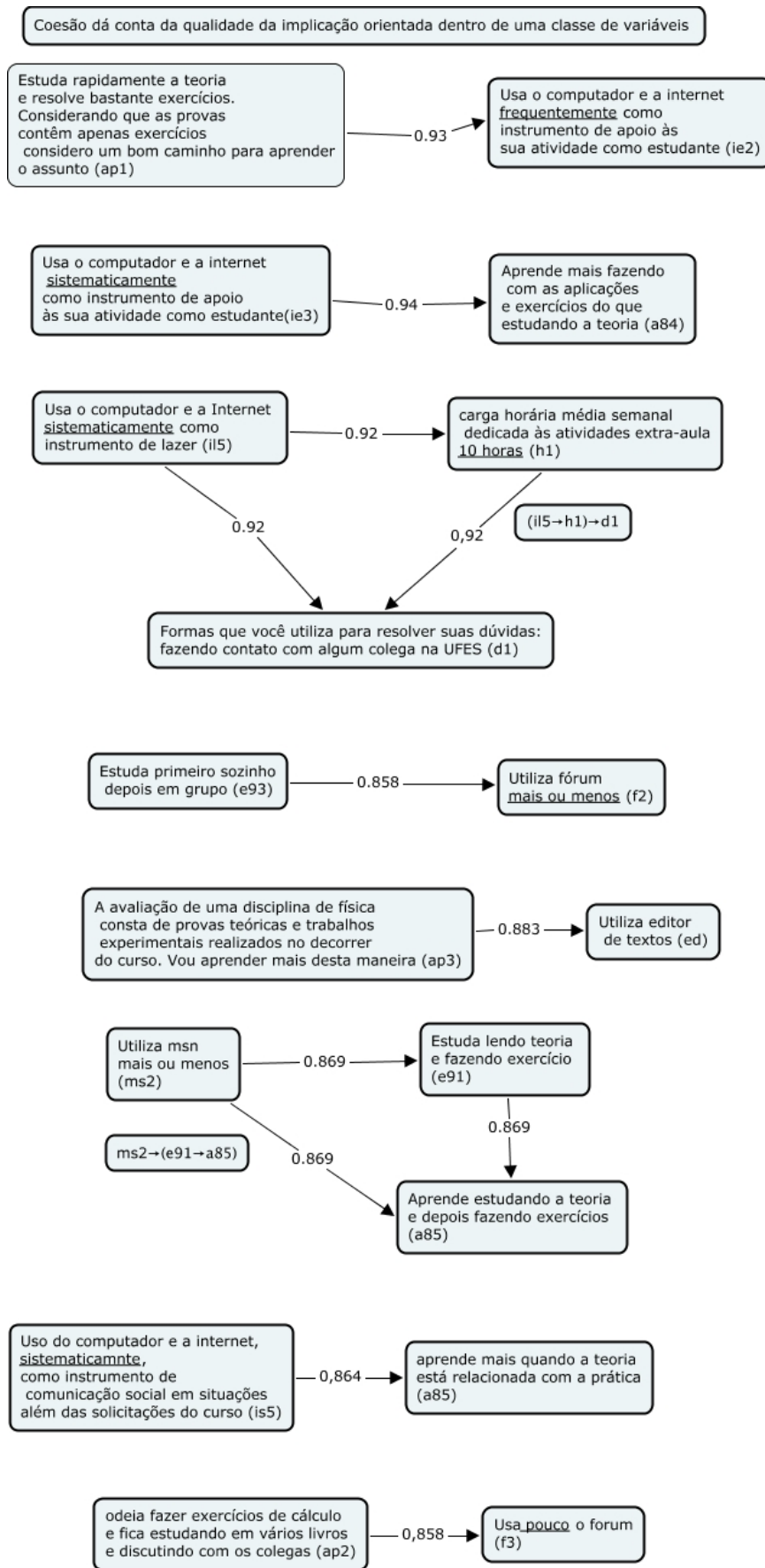
Classificação ao nível: 9 : (ap3 ed) Coesão : 0.883

Classificação ao nível: 10 : (ms2 (e91 a82)) Coesão : 0.869

Classificação ao nível: 11 : (is5 a85) Coesão : 0.864(*esta relação , para o início, tem coesão abaixo de 0,8*)

Classificação ao nível: 12 : (ap2 f3) Coesão : 0.858

✓ Detalhes para o caso coesão do questionário final



Comentários

Com o foco nos resultados das simulações de coesão;
e precisando as análises das vinculações das variáveis de aprendizagem e com as variáveis de tecnologias
e descartando os níveis de coesão menores do que 0,8
podemos arriscar algumas conclusões:

- No início verificamos apenas três níveis de coesão: nível 5 (e93 h2), nível 7 (em2 (e91 a82)) e nível 12 (ap1 cd2)
 - No final verificamos seis níveis de coesão: nível 4 (ie3 a84), nível 5(ap1 ie2), nível 7 (e93 f2), nível 10 (ms2 (e91 a82)), nível 11(is5 a85), nível 12 (ap2 f3)
5. Considerando que a turma fez o uso das TIC durante o curso verifica-se o vínculo destas com a aprendizagem observando os resultados do questionário aplicado no final do período letivo.
 6. A variável (e93): *estuda primeiro sozinho e depois em grupo* no início esta vinculada ao tempo de dedicado às atividades extra-aulas (h2). No final este vínculo é com o fórum (f2).
 7. A variável (ap1): *estuda rapidamente a teoria e resolve bastantes exercícios porque as provas contêm apenas exercícios* no início está vinculada a (cd2): *freqüência (de vez em quando) dos contatos com colegas para esclarecer duvidas*. No final este vínculo é com a variável (ie2): *o computador e a internet como apoio (frequentemente) às atividades escolares*.