



DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO PARA CURSOS DE GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINARES: UM ESTUDO DE CASO PARA A DISCIPLINA "COMBUSTÍVEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS"

Juliany Martins da Silva – jmartins@aluno.unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade UnB Gama

Área Especial 02 Lote 14 Setor Central

CEP 72405-610 – Gama – DF

Pedro Paulo Dunice van Els – pedro.dunice@gmail.com

Universidade de Brasília, Faculdade UnB Gama

Área Especial 02 Lote 14 Setor Central

CEP 72405-610 – Gama – DF

Grace Ferreira Ghesti – grace@unb.br

Laboratório de Catálise, Instituto de Química,

Universidade de Brasília, caixa postal 4478, Brasília-DF

CEP 70904-970 – Brasília– DF.

Juliana Petrocchi Rodrigues – jpetrocchi@unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade UnB Gama

Área Especial 02 Lote 14 Setor Central

CEP 72405-610 – Gama – DF

Resumo: *Devido à diversidade e especificações dos cursos de Engenharia e, conseqüentemente, os novos e diferentes temas tratados nas cadeiras, muitas vezes é necessária a utilização de um número demasiado de referência bibliográfica e de artigos científicos recentes. Visando facilitar o acesso dos estudantes a materiais de apoio de qualidade sobre os tópicos, tratados nas disciplinas das engenharias interdisciplinares, propõe-se a elaboração de materiais específicos: apostila, estudos dirigidos e experiências laboratoriais. Desta forma, o aprendizado é mais efetivo: com a possibilidade de complementar o conhecimento obtido em sala de aula com o estudo individual. Este trabalho trata, especificamente, da implementação de um material de apoio à disciplina de "Combustíveis e Biocombustíveis", cadeira do 3º período do curso de Engenharia de Energia, ministrada na Universidade de Brasília - Faculdade UnB Gama com semestralmente 40 vagas e a reestruturação da metodologia desta, no primeiro estágio do projeto para a organização da confecção do material de apoio.*

Palavras-chave: *Material Didático, Engenharia de Energia, Combustíveis, Biocombustíveis.*



INTRODUÇÃO

A Faculdade UnB Gama (FGA) iniciou suas atividades oficialmente em junho de 2008 com a realização do vestibular para 240 vagas em cursos de engenharia, distribuídas em quatro especialidades: Automotiva, Energia, Software e Eletrônica. A partir do 1º vestibular de 2012 passou a ser oferecido o curso de Engenharia Aeroespacial. Semestralmente, são oferecidas as 280 vagas para os cinco cursos. O sistema de admissão para a FGA é inovador, os candidatos fazem o vestibular para o curso de engenharia, primeiramente, deixando a escolha da graduação para o 3º semestre, após cursar o ciclo das matérias básicas. (Gaio, Els, & Silva, 2010)

A criação dos cursos de engenharia na FGA vem com o intuito de auxiliar no suprimento da demanda por engenheiros e apresenta grande potencial em formar um importante pólo tecnológico na região do Centro-Oeste. Sabe-se que a demanda por engenheiros é muito grande e a evasão dos cursos de engenharia são bastante altos, sendo assim, muitas medidas são tomadas em busca de aumentar o número de profissionais do ramo no mercado de trabalho. (Gaio, Els, Silva, & Ghesti, 2011)

Este trabalho trata especificamente do curso de Engenharia de Energia, um curso abrangente, interdisciplinar e com foco nos aspectos técnicos relacionados à energia. Propõe-se que o profissional desta formação trabalhe com os mais variados tipos de fontes de energia e tecnologias de conversão: energia hidráulica, térmica, solar, da biomassa e petroderivadas.

A interdisciplinaridade pode ser definida como junção de disciplinas, ao tratar-se apenas da grade curricular (CARLOS, Jairo Gonçalves et al., 2007). Mas também pode ser definida como ousadia e busca ao conhecimento (FAZENDA, Ivani, 2008). Esta característica está cada vez mais presente nas disciplinas dos cursos de Engenharia, assim como na disciplina a qual este presente trabalho se refere e, representa a valorização atual do profissional multidisciplinar. O foco deste trabalho aborda a disciplina do 3º semestre do curso, denominada Combustíveis e Biocombustíveis, para a qual é oferta semestralmente 40 vagas, que tem como principais temas as energias provenientes da biomassa, biocombustíveis e combustíveis fósseis, aplicando a estes assuntos específicos, os conceitos das ciências básicas (Química, Física e Matemática).

Química Geral é uma das disciplinas que compõem o ciclo básico que acontece antes da escolha do curso e, por necessitar englobar muitos tópicos, não é dada ênfase suficiente para o tópico de Química Orgânica. Este fato prejudica os estudantes ao cursar a disciplina de Combustíveis e Biocombustíveis, que exige o conhecimento deste assunto para a compreensão do conteúdo. Para revisar o conteúdo de Química Orgânica, são utilizadas 04 (quatro) horas/aula da disciplina, que demonstraram não serem suficientes para a fixação dos conceitos.

Ao perceber a dificuldade dos estudantes, considerou-se a possibilidade de confeccionar um material de revisão de Química Orgânica voltada para a área de combustíveis. Ao passo que, com o material de Química Orgânica disponível, o desempenho da turma foi consideravelmente melhor, decidiu-se dar continuidade aos trabalhos e desenvolver um material para toda a disciplina abordando todos os tópicos ministrados.

De acordo com Holvikivi, 2007, uma sala é composta por estudantes com diferentes aspectos cognitivos e as metodologias utilizadas podem não atender todos os estilos de aprendizagem, contribuindo com a evasão de alunos que sentem dificuldades. Desta forma, “a aprendizagem só será consolidada se o estudante desempenhar um papel ativo de construir seu próprio conhecimento e experiência” (Piemolini-Barreto & Sandri, 2011).

Para tornar possível a aprendizagem ativa, consideram-se de extrema importância o material para o estudo individual e práticas laboratoriais, que permitem visualizar na prática os conceitos transferidos de forma passiva pelo professor. Desta maneira, estimulam-se as mais diversas metodologias para atender os diferentes estilos de aprendizagem.

Tem-se então, como objetivo principal deste trabalho, o desenvolvimento de ferramentas que estimulam a aprendizagem ativa, proporcionando aos estudantes diferentes alternativas de aprendizado. O material desenvolvido oferece qualidade na abordagem do conteúdo, devido à pesquisa realizada para a confecção do mesmo, fácil acesso, visto que todo conteúdo da disciplina estará condensado em apenas uma apostila e é atualizado com novas tecnologias, linhas de pesquisa na área e perspectivas futuras do mercado de energia mundial.

Visto que o material é frequentemente atualizado, os alunos estão sempre em contato com o que há de novo em combustíveis e biocombustíveis e podem buscar uma linha de pesquisa que considere mais atraente. O material será não apenas uma bibliografia da disciplina, mas uma constante fonte de pesquisa para o profissional da área, assim como um objeto de estudo para o aluno durante toda a sua vida acadêmica.

1. REESTRUTURAÇÃO DA METODOLOGIA

A reestruturação da metodologia da disciplina foi considerada importante para diminuir o índice de reprovações e efetivar o aprendizado do aluno. Para isso foram realizadas modificações na metodologia de aulas (redistribuição das aulas teóricas e práticas), mudança na forma de avaliação dos estudantes (aumentando a quantidade e diversificando os estilos de avaliações), entre outras modificações, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Modificações e relatos realizados na reestruturação da metodologia de ensino da disciplina.

Primeira Turma	Sem objetivo específico, grande quantidade de professores (cinco professores), avaliação dividida em apenas duas provas, sobre todo o conteúdo ministrado, com metodologias didáticas diferentes. A média final era dada pela média aritmética das notas nas provas.
Segunda Turma	Tópicos modificados, mas com a mesma metodologia, grande quantidade de professores (cinco professores), avaliação dividida em duas provas, com média calculada a partir da média aritmética das notas nas provas.
Terceira Turma	Início a modificação da metodologia, tendo em vista a criação das disciplinas de Análise Instrumental de Combustíveis e a criação prevista da disciplina de Biorrefinarias. Assim houve a remodelagem dos exercícios e

	práticas laboratoriais e diminuição no número de professores. Nota-se a dificuldade dos alunos com a inserção da nova metodologia, aumentando o índice de reprovação na disciplina. Além disso, foram desenvolvidas práticas para a parte de bioetanol e biodiesel (biocombustíveis trabalhados na disciplina de biorrefinarias). Na elaboração de relatório científico e trabalho final da disciplina, os alunos apresentaram dificuldades e diversas questões relacionadas a plágio foram levantadas. A média final foi dividida em 60% (média de 3 provas), 20% de trabalho científico e 20% (média de 3 relatórios científicos).
Quarta Turma	Houve necessidade de modificar o enfoque da disciplina, pois foram criadas as disciplinas de Análise Instrumental de Combustíveis e Biorrefinarias, que requisitam o aprofundamento em alguns assuntos fundamentais, antes não abordados. Além disso, a matéria passou a ser dividida entre apenas dois professores, observando um aumento no índice de reprovação pela dificuldade nos tópicos inseridos e pela falta de material didático específico. A média final foi dividida em 60% (média de 3 provas), 20% de trabalho científico e 20% (média de 3 relatórios científicos).
Quinta Turma	O 2º semestre de 2011 foi de grandes mudanças na disciplina, inicialmente pela nova metodologia adotada, com o número reduzido de professores e um maior aprofundamento em assuntos específicos. Uma nova consciência foi adquirida pelos estudantes, que passaram a atribuir à disciplina um maior grau de importância. O material até então confeccionado também foi de grande importância para que os estudantes fixassem conceitos de Química Orgânica, essenciais para a compreensão dos tópicos ministrados.
Sexta Turma	No 1º semestre de 2012, a metodologia foi também alterada de forma que os alunos participem mais. Além do material confeccionado até então - compreendia 30% da disciplina - já estar disponível para os alunos, os estudos dirigidos disponibilizados e as práticas laboratoriais realizadas, a turma foi dividida em grupos e, cada grupo foi responsável por pesquisar sobre o que há de mais atual em temas sobre novas formas de obtenção de energia, com foco no escopo da matéria.
Sétima Turma	O 2º semestre de 2012 foi um semestre atípico, abalado pela greve dos professores universitários deste ano. Com a inconstância do calendário acadêmico os índices de aprovação/reprovação não se mostraram satisfatórios neste semestre, dado que muitos alunos optaram por simplesmente abandonar a matéria em detrimento de tranca-la.

3. DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DE APOIO

Por se tratar de uma disciplina com ementa abrangente de temas específicos, são necessárias muitas referências bibliográficas para englobar todo o conteúdo da disciplina de Combustíveis e Biocombustíveis. Percebe-se que a dificuldade dos estudantes em obter todas as referências, dificulta o estudo individual, necessário para a complementação do conhecimento obtido em sala de aula. Não apenas pelo aspecto financeiro, mas também pela barreira do idioma, pois a grande maioria do material didático disponível não está no idioma nativo do aluno.

Com apoio do Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), dois bolsistas com menção satisfatória na disciplina foram selecionados para desenvolver o material de apoio ao estudo. Dentre as atividades dos bolsistas inclui a colaboração na construção da nova metodologia e a avaliação desta através de levantamento de índice de aprovados e levantamento da opinião dos alunos. Com reuniões quinzenais com orientadores para revisão e planejamento do projeto, os materiais são desenvolvidos com base em cerca de 45 publicações recomendadas, entre livros e artigos de revistas indexadas. A capa e índice do material que está em desenvolvimento se encontram expostos na Figura 1.

<h2 style="margin: 0;">Combustíveis e Biocombustíveis</h2>  <p style="font-size: small;">Profª Drª Grace Ferreira Ghesti Profª Drª Juliana Petrocchi Rodrigues Juliany Martins da Silva - Graduanda em Eng. de Energia</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">Universidade de Brasília 2012</p>	<p style="font-size: x-small;">Prefácio</p> <p style="font-size: x-small;">Sumário</p> <p style="font-size: x-small;">A) Química Orgânica: revisão de conceitos</p> <p style="font-size: x-small;">B) Energias Renováveis</p> <p>1. Biomassa 5</p> <p> 1.1. Resíduos agrícolas 6</p> <p> 1.2. Resíduos sólidos urbanos 6</p> <p> 1.3. Resíduos industriais 7</p> <p> 1.4. Resíduos animais 7</p> <p> 1.5. Resíduos florestais 8</p> <p>2. Estrutura da Biomassa 10</p> <p> 2.1. As Reações dos Materiais Lignocelulósicos 12</p> <p> 2.2. Propriedades Físicas da Biomassa 15</p> <p> 2.3. Análises Elementar e Imediata 18</p> <p> 2.4. Determinação dos Poderes Caloríficos Inferior e Superior 21</p> <p> 2.5. Utilização da biomassa 25</p> <p>3. Bioetanol 26</p> <p>Leveduras 29</p> <p>Bioetanol de Segunda Geração 34</p> <p style="font-size: x-small;">C) Processos bioquímicos</p> <p style="font-size: x-small;">D) Processos Termoquímicos</p> <p style="font-size: x-small;">E) Carvão</p> <p style="font-size: x-small;">F) Combustíveis fósseis</p> <p style="font-size: x-small;">G) Biodiesel</p> <p style="font-size: x-small;">H) Células a combustível</p>
--	---

Figura 1. Capa e índice do material didático elaborado.

Inicialmente, não havia previsão de realizar práticas laboratoriais na disciplina, o que justificava a carga horária de 4 (quatro) horas/aula semanais, enquanto a cadeira que prevê aulas práticas possui 6 (seis) horas/aula. Porém, é notável que estas práticas auxiliam no entendimento dos tópicos abordados. Por isso, além do material didático e dos estudos dirigidos que servem de orientação no estudo individual, também foram confeccionados roteiros experimentais abordando os seguintes tópicos, tais como: produção de biodiesel, caracterização de biomassa vegetal, produção de bioetanol de primeira e segunda geração.

Uma das atividades práticas que foram desenvolvidas e acrescentadas na disciplina foi o processo de obtenção de biodiesel, lavagens, subprodutos e resíduos do processo de transesterificação do óleo usado. O sucesso da prática desta aula deve-se a existência de uma planta piloto, onde os alunos produzem biodiesel através de óleo usado coletado pelo projeto BIOGAMA. O mesmo é transformado em biodiesel, na própria planta por estudantes, onde constantemente estão buscando a sustentabilidade da planta e tratando

de conceitos de logística reversa, importante atividade nas perspectivas futuras. (Gaio, Lucas M. *et al.*, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudanças na metodologia foram de grande importância para apresentar o conteúdo de forma mais completa e organizada. A Figura 2 apresenta a relação de aprovados e reprovados na disciplina durante os 5 semestres em que foi ministrada. Percebe-se que, inicialmente, havia um alto índice de aprovação, mas a disciplina estava notavelmente sem objetivos e organização. À medida que a nova metodologia foi imposta, o índice de aprovação diminuiu, apresentando o despreparo dos alunos para abordagem mais aprofundada e elaborada.

No 2º semestre de 2011, pode-se perceber o aumento na quantidade de aprovados, indicando que a disponibilização do material de apoio, estudos dirigidos e aulas práticas estão contribuindo para a preparação dos alunos para a nova metodologia. O quadro atual é mais satisfatório e percebe-se que os alunos estão se dedicando mais, atribuindo uma importância maior à disciplina e participando ativamente desta.

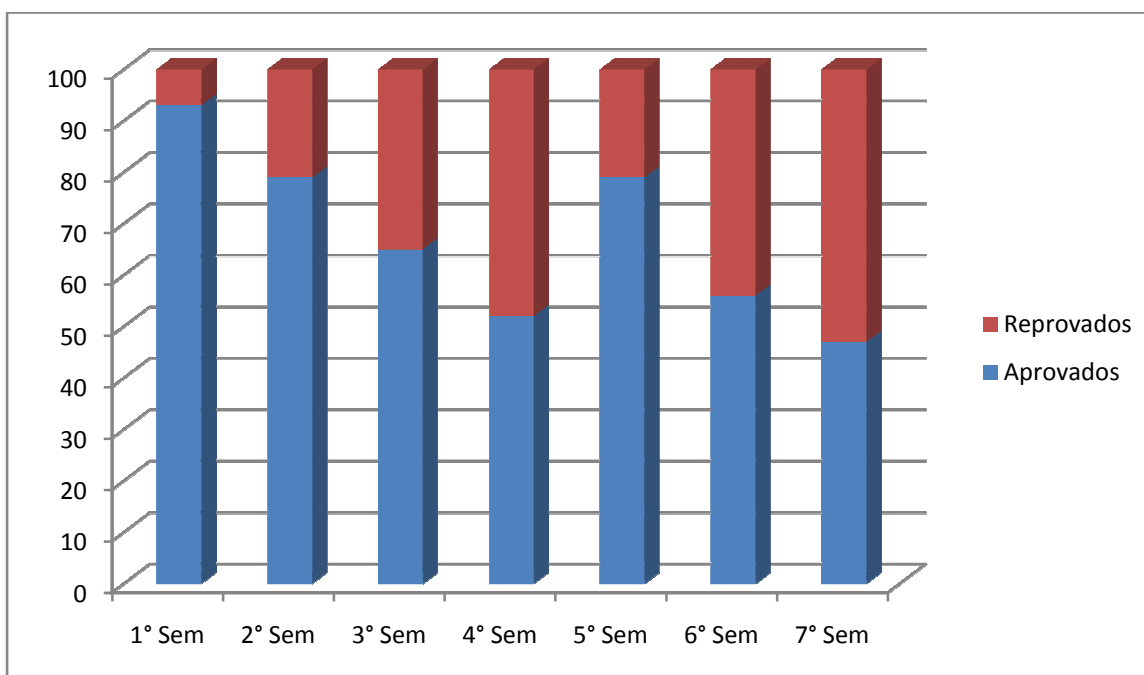


Figura 2 - Gráfico de aprovados e reprovados na disciplina de Combustíveis e Biocombustíveis.

Um questionário foi aplicado aos estudantes para obtenção de opiniões sobre como a disciplina está sendo conduzida e sugestões. Com este levantamento da opinião pôde-se concluir que:

1) A falta do material específico para matéria diminui o rendimento na disciplina, visto que a dificuldade de acesso a todos materiais leva o aluno a estudar apenas pelas apresentações das aulas e não procurar outras referências.



2) Os estudos dirigidos e o material de apoio disponibilizado facilitaram no acompanhamento da disciplina e aprofundamento na área.

Os estudantes também foram questionados sobre o grau de importância dado à matéria quando comparado com outras matérias do 3º semestre, tais como Mecânica dos Sólidos, Cálculo III, Equações Diferenciais Ordinárias, entre outras. 30% dos alunos conferiu à matéria um alto grau de importância e 30% conferiu um grau razoável, resultado justificado, por alguns alunos, pela importância do primeiro contato do estudante com uma área específica do curso. Os questionários foram realizados com 36 estudantes e preenchidos durante a aula na 4ª turma, do 2º semestre de 2011.

As atividades práticas, inicialmente não previstas na disciplina, apresentaram resultados bastante satisfatórios. Os alunos apresentam grande interesse nas aulas em laboratório e os relatórios os ajudam a esclarecer alguns aspectos teóricos inseridos na prática. A visualização das produções do bioetanol e do biodiesel, por exemplo, possibilitam o contato do estudante com a realidade da produção de biocombustíveis e estimula o estudante a aprofundar-se no conhecimento destes processos.

O material desenvolvido até então auxilia na assimilação do conteúdo de Química Orgânica e Energias Renováveis de forma facilitadora, sem necessidade de adquirir um grande número de referências bibliográficas. Assim, os alunos que, por não conseguirem adquirir as referências recomendadas, deixam de buscar novas fontes de conhecimento e/ou estudam apenas pelas apresentações das aulas teóricas. Passam a contar com um bom material de apoio ao estudo e apresentam melhor desempenho nas avaliações, visto que o estudo foi mais completo e esclarecedor com um material específico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, através da avaliação do projeto, pelos alunos e índices, que a disciplina de Combustíveis e Biocombustíveis tem demonstrado sucesso na reestruturação de sua ementa. A utilização de ferramentas, que ajudam os estudantes na busca por mais conhecimento e melhor entendimento dos tópicos, têm-se mostrado eficientes para adaptação dos alunos a esta nova metodologia de ensino na disciplina.

Afinal, apenas com as aulas demonstrativas teóricas não é possível atingir a todos os estudantes, que possuem diferentes estilos de aprendizagem e eficiência de assimilação. Ao utilizar-se de formas variadas de estudo, é possível englobar uma maior parte dos estilos de aprendizagem e aumentar o número de alunos com bom rendimento. Acredita-se que o aumento no índice de alunos aprovados (de 65% em 2º/2010 para 79% em 2º/2011) pode estar diretamente relacionado à facilidade de acesso ao material de apoio da disciplina, bem como a nova metodologia proposta, demonstrando a importância de dar continuidade ao trabalho até então realizado.

A disciplina estudada neste trabalho é pré-requisito para outras disciplinas ao longo do curso, principalmente aos alunos que optarão pela ênfase em energia renovável, como Análise Instrumental para Combustíveis (5º Semestre) e Biorrefinarias (6º Semestre). Sendo assim, o material servirá também como material didático para as demais disciplinas que também apresentam a característica de serem interdisciplinares. Como as quais Combustíveis e Biocombustíveis é pré-requisito e as que necessitam dos conceitos presentes no material, como a disciplina do 4º semestre do curso de



Engenharia de Energia, Engenharia de Petróleo e Gás. Também visa auxiliar no desenvolvimento de trabalhos de conclusão de curso dos estudantes que se atraírem por esta área. Estas disciplinas são fundamentais para a boa formação do profissional desta área e apresentam os caminhos que estão disponíveis para pesquisa e estudo.

Tendo em vista que o método apresentado neste trabalho apresentou bons resultados, é recomendado a outras disciplinas com características semelhantes de interdisciplinaridade que se realize este mesmo trabalho de reestruturação de metodologia e/ou desenvolvimento de material de apoio que ofereça novas ferramentas de estudo para os estudantes.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARLOS, Jairo Gonçalves. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Decanato De Pesquisa E Pós-Graduação. Instituto De Química E Instituto De Física. INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO MÉDIO: DESAFIOS E POTENCIALIDADES, 2007. 172p, il. Dissertação (Mestrado).
2. FAZENDA Ivani. O QUE É INTERDISCIPLINARIDADE? Ed. Cortez. São Paulo. Páginas 17-18. 2008
3. Gaio, L. M., Els, R. H., & Silva, J. M. ENGAMA – Proposta de Integração entre a Faculdade UnB Gama e as Escolas de Ensino Médio. *Anais: XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia*. Fortaleza-CE, 2010.
4. Gaio, L. M., Els, R. H., Silva, J. M., & Ghesti, G. F. Projeto de Extensão ENGAMA – Promoção da Ciência e Tecnologia nas Escolas de Ensino Médio: despertando o interesse dos estudantes pela engenharia. *Anais : XXXIX Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia*. Blumenau-SC, 2011.
5. Gaio, Lucas M.; Silva, Jéssica S.; Ghesti, Grace. F.; Curado, Isabela C.; Ribeiro, Breno P. M.; Elizeu, Danillo; Oliveira, Almir; Rodrigues, Juliana P.; Souza, Josiane S. A. INTERDISCIPLINARIDADE NOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UnB/FGA A PARTIR DO PROJETO DE RECICLAGEM DE ÓLEO DE FRITURA - BIOGAMA. *Anais : XXXIX Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia*. Blumenau-SC, 2011.
6. Holvikivi, J. Learning styles in engineering education: the quest to improve didactic practices. *European Journal of Engineering Education*. Aalborg, v. 32, n. 4, 2007.
7. Piemolini-Barreto, L., & Sandri, I. G. Análise do Perfil de Aprendizagem dos Alunos de Engenharia de Alimentos da Universidade de Caxias do Sul. *Anais : XXXIX Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia*. Blumenau-SC, 2011.



DEVELOPMENT OF MATERIALS TO SUPPORT INTERDISCIPLINARY GRADUATE COURSES: A CASE STUDY FOR DISCIPLINE "FUEL AND BIOFUELS"

***Abstract:** Due to the diversity and specifications from engineering courses and, consequently, new and different themes addressed in their disciplines, it is often necessary to use an excessive number of references and recent scientific articles. To facilitate students' access to quality support materials on the topics treated in interdisciplinary engineering disciplines, it is proposed the development of specific materials: book, conducted studies and laboratory experiments. Thus, learning is more effective: with the possibility to supplement the knowledge gained in the classroom with individual study. This work, specifically, the implementation of a support material to the discipline of "Fuels and Biofuels", chair of the 3rd period of the course of Power Engineering, taught at the University of Brasília - Faculty UNB Gama that offers 40 space semiannually and restructuring of their methodology in the first stage of the project to organize the preparation of supporting material.*

***Key-words:** Teaching Materials, Engineering of Energy, Fuels, Biofuels.*