



PROPOSTA DE UM SISTEMA DE CRÉDITO INOVADOR PARA CURSOS DE ENGENHARIA

Antonio Wagner Forti – awforti@feg.unesp.br

José Alexandre Matelli – matelli@feg.unesp.br

José Antonio Perrella Balestieri – perrella@feg.unesp.br

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Guaratinguetá.

Avenida Ariberto Pereira da Cunha, 333.

12516-410 – Guaratinguetá – São Paulo.

Resumo: *O objetivo do presente artigo é apresentar uma nova abordagem de ensino para cursos de engenharia, tendo as dificuldades atualmente enfrentadas no curso de Engenharia Mecânica da UNESP/FEG como motivação. Primeiramente, são apresentadas as principais questões atualmente em discussão, as quais estão norteando o processo de reestruturação do curso de Engenharia Mecânica. Buscando dar uma resposta a tais questões, é apresentada uma proposta de sistema de crédito que não encontra similar, até onde se sabe, mas que pode representar para o curso tanto ganhos conceituais quanto administrativos, além de se configurar como estimulador para os segmentos discente e docente. Finalizando, é conduzida uma análise crítica sobre a proposta apresentada procurando expor, na visão dos proponentes, seus pontos positivos e dificuldades de execução.*

Palavras-chave: *Projeto político pedagógico, Reestruturação curricular, Grade curricular.*

1. INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia Mecânica é o mais antigo dos que atualmente compõem a estrutura curricular da UNESP/FEG. Inicialmente concebido na forma de curso seriado, foi adequado de acordo com as Diretrizes Curriculares de Ministério da Educação (Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002) a uma estrutura de créditos com periodicidade majoritariamente anual. Na oportunidade da adequação dos cursos de Engenharia às Diretrizes Curriculares (MEC, 2002), fato que ocorreu nos primeiros anos da década de 2000, a oportunidade – bem como a necessidade – de se alterarem disciplinas e cargas horárias do curso seriado foi discutida nos Departamentos e órgãos assessores da Unidade. Com base em tais considerações foi estabelecida a atual estrutura do curso (FEG/UNESP, 2014).

Algumas importantes questões têm sido discutidas no Conselho de Curso com respeito à necessidade de uma nova reestruturação dos cursos de Engenharia da UNESP/FEG, das quais se destacam:

1. A busca pela excelência dos cursos de graduação no âmbito da Unidade e da Universidade, como resposta à sociedade que mantém a estrutura de Ensino, Pesquisa e Extensão criada no estado de São Paulo;



2. A natural necessidade de atualização de conteúdos das disciplinas, consequência da dinâmica do processo – novas tecnologias, novos materiais, novos campos do conhecimento, novas abordagens metodológicas para solução de problemas técnicos, dentre outros;
3. A tradicionalmente alta evasão que afeta cursos de engenharia no Brasil e no mundo;
4. A necessidade de fazer com que o aluno tenha a clara percepção de cursar engenharia desde o 1º semestre do curso;
5. A necessidade particular dos cursos de Engenharia da UNESP/FEG de se uniformizar a periodicidade das disciplinas, pois atualmente coexistem disciplinas anuais e semestrais;
6. A adequação dos conceitos pedagógicos empregados na transmissão do conhecimento, em prol de modelos mais adequados à atual realidade da sociedade em termos humanísticos e tecnológicos.

A respeito desse último quesito, é importante destacar que o material humano que a Universidade recebe apresenta competências distintas das que outrora recebia – o passar de alguns poucos anos, na atual ordem mundial, representa mudanças significativas em todos os sentidos, e deve ser acompanhada em estreita consonância pelos Conselhos de Curso, a quem compete dar respostas adequadas e no tempo certo para corresponder às expectativas.

2. OBJETIVOS

Em função dos problemas apresentados no item anterior, propor uma nova abordagem para o ensino de engenharia, da qual decorre um novo projeto político-pedagógico e um sistema de créditos com características únicas e inovadoras para cursos de engenharia.

3. PROPOSTA

3.1. Periodicidade do curso: anual ou semestral

É recorrente entre os estudantes de graduação as reclamações com respeito ao fato de os cursos de Engenharia da UNESP/FEG serem anuais – por consequência disso, muitos estudantes retidos em disciplinas que são pré-requisito de outras que deveriam ser cursadas à frente têm seu curso acrescido de um ou mais anos, em que pesem os esforços dos gestores do sistema de ensino em propugnar a possibilidade de conclusão de cursos dessa natureza em nove semestres. Desse modo, a mudança do curso do regime anual para o regime semestral apresenta-se como interessante oportunidade de melhoria da atratividade do curso, posto que atende a um anseio da comunidade estudantil e se alinha às diretrizes dos órgãos de base da educação. Além disso, o regime semestral é praticado na grande maioria das universidades de ponta do Brasil e do mundo, o que facilitaria, tanto por parte dos Conselhos de Curso como dos próprios alunos, o gerenciamento dos processos de intercâmbio entre a FEG/UNESP e estas instituições.

Atribui-se como dificuldade para a mudança dos cursos de anuais para semestrais a necessidade de se aumentar o quadro docente e a infraestrutura para atender a uma hipotética duplicação da carga horária. Tal hipótese é baseada na premissa de que toda disciplina anual



deve ser desdobrada em duas disciplinas semestrais, e que ambas devem ser necessariamente oferecidas nos dois semestres letivos do ano. Pode-se observar que tal premissa não é verdadeira tomando-se o exemplo da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, que dimensiona a demanda por disciplinas em função de eventuais retenções, de forma a estabelecer a necessidade ou não de duplicação ao longo dos semestres (FEM/UNICAMP, 2014a). Nas estruturas de horários do 1º e do 2º semestres do curso de Engenharia Mecânica da UNICAMP (FEM/UNICAMP, 2014b) se observa que as disciplinas não são todas necessariamente duplicadas. Em algumas disciplinas, inclusive, distintos docentes as ministram em cada um dos semestres.

3.2. Avaliação de pré-requisitos e distribuição das disciplinas ao longo do curso

Até onde se sabe, a proposta que se apresenta neste item não encontra similar, mas que pode representar para o curso tanto ganhos conceituais quanto administrativos, além de se configurar como estimulador para os segmentos discente e docente. Em particular, o grande estímulo é para que o aluno tenha maior comprometimento com sua formação dando-lhe maior autonomia nas suas escolhas ao longo do curso. O modelo sugerido se alicerça nos seguintes pontos:

- 1.) Não há pré-requisitos para nenhuma disciplina, mas sim uma *Sugestão de Sequência das Disciplinas (SSD)*, as quais são recomendadas de serem cursadas pelos estudantes;
- 2.) A única exceção diz respeito às disciplinas do 1º semestre, que são pré-definidas para todos os estudantes, e que correspondem às disciplinas referentes ao 1º semestre da SSD;
- 3.) O estudante deve concluir uma determinada porcentagem do créditos referentes disciplinas elencadas na SSD do 1º ao 6º semestre para poder iniciar as disciplinas sugeridas na SSD entre o 7º e o 10º semestre;
- 4.) Diversamente à proposta comumente praticada, a estrutura da SSD deve contemplar disciplinas do chamado núcleo ou ciclo de conteúdos básicos distribuídas ao longo dos 10 semestres que compõem o curso de Engenharia Mecânica, o mesmo ocorrendo com disciplinas do núcleo ou ciclo de conteúdos profissionalizantes (MEC, 2012). As disciplinas denominadas básicas se concentram nos primeiros semestres e se diluem progressivamente ao longo do curso. Já com as disciplinas denominadas profissionalizantes se dá o oposto: são diluídas nos primeiros semestres e vão se concentrando progressivamente nos últimos semestres. As disciplinas do núcleo de conteúdos específicos, que se constituem em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizantes, devem necessariamente fazer parte dos últimos semestres do curso. A ideia básica é mitigar a percepção de que os primeiros semestres de cursos de engenharia sejam cursos avançados e áridos de matemática e física, estimulando uma nova percepção mais próxima de expectativas legítimas do aluno recém-ingressado no curso. A Figura 1 ilustra uma proposta de distribuição das disciplinas básicas, profissionalizantes e de conteúdos específicos de acordo com a presente proposta.

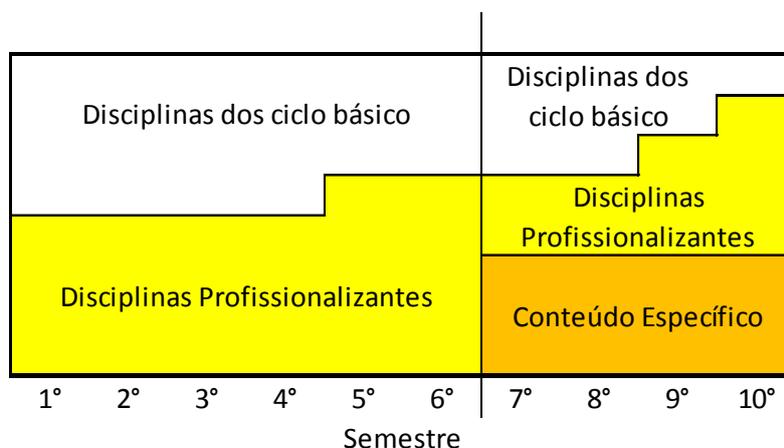


Figura 1 – Proposta de distribuição das disciplinas em 10 semestres

- 5.) O número de vagas de cada disciplina é limitado e o sistema de matrícula não pode permitir em nenhuma hipótese que tal limite seja superado;
- 6.) O aceite da matrícula dos estudantes em cada disciplina se dá mediante prioridade de matrícula que considera o total de créditos acumulados e o coeficiente de rendimento;
- 7.) O estágio profissional deve ser realizado em um semestre qualquer após o 7º período (preferencialmente entre o 8º e o 9º período);
- 8.) O trabalho de conclusão de curso (ou trabalho de graduação) passa a ser uma disciplina, com professor responsável pela parte operacional do conteúdo (metodologia científica, adequação do texto às diretrizes para apresentação de textos acadêmicos (FEG/UNESP 2011)) e orientadores referentes à parte técnica do objeto de investigação;

3.3. Elaboração da estrutura curricular

A grande maioria das Faculdades de Engenharia Mecânica no Brasil concentram suas disciplinas em cinco grandes áreas: Mecânica (“Mole” e “Dura”), Materiais, Produção, Eletroeletrônica e a chamada Básica (Matemática, Física e Química). A denominação das disciplinas que fazem parte dessas áreas pode variar de uma faculdade para outra, mas basicamente, uma boa parte delas está contemplada na Figura 2. Geralmente, essas disciplinas, as quais são fundamentais para a formação de um bom Engenheiro Mecânico são apresentadas aos alunos na forma de análise, ou seja, o aluno estuda essas disciplinas num contexto pouco integrado as demais disciplinas do curso, contudo elas poderiam estar mais entrelaçadas, interligadas. Tome-se como exemplo a disciplina Máquinas Térmicas; baseada em conceitos anteriormente apresentados em outras disciplinas da área térmica (principalmente termodinâmica) e, por apresentar forte apelo tecnológico, permite que sejam explorados alguns conceitos presentes em outras disciplinas. Assim, ao analisar-se, por exemplo, a modelagem de uma turbina a gás, pode-se discutir aspectos relativos à área de Materiais (características de aços, tratamento térmico, tensões-deformações de elementos mecânico, entre outros) como forma de garantir maior resistência em elevadas temperaturas e, por consequência, maior potência gerada pela turbina; outra questão poderia ser a discussão

de aspectos de Transmissão de Calor com relação aos gases de escape da turbina a gás, com elevada temperatura para o cálculo de áreas das superfícies de troca de calor (envolvendo conceitos de condução, convecção e radiação nos trocadores de calor especializados – economizador, evaporador e superaquecedor). Infelizmente, esses entrelaçamentos, essas interações entre disciplinas raramente acontecem. Ao resolver um problema da disciplina de Máquinas Térmicas, o usual é não nos preocupamos com as características do material que será utilizado para a construção da turbina, nem mesmo aspectos relacionados a Transmissão de Calor. Assim sendo, o aluno não é forçado a utilizar conceitos aprendidos anteriormente. Por esse motivo, há necessidade de mais sínteses (composição de diversos assuntos de várias disciplinas numa outra disciplina qualquer). Essas sínteses durante o curso não devem ficar a cargo, exclusivamente, do professor, e sim, fazer parte do Projeto Político Pedagógico do curso e estar contemplado na estrutura curricular. A solução proposta para este problema é a criação de um bloco denominado de Tópicos em Engenharia, na estrutura curricular do curso, como ilustrado na Figura 2. Esse bloco é composto por:

1. Disciplinas articuladoras, ou seja, disciplinas responsáveis por fazer uma síntese relacionando disciplinas de uma, duas ou mais áreas. Isso seria possível, por exemplo, através de projetos elaborados por professores dessas diferentes áreas;
2. Disciplinas complementares, ou seja, disciplinas responsáveis por ampliarem o conhecimento dos alunos nas áreas específicas;
3. Disciplinas específicas, ou seja, disciplinas responsáveis por fornecer aos alunos conhecimentos de alguma área não contemplada na estrutura curricular.

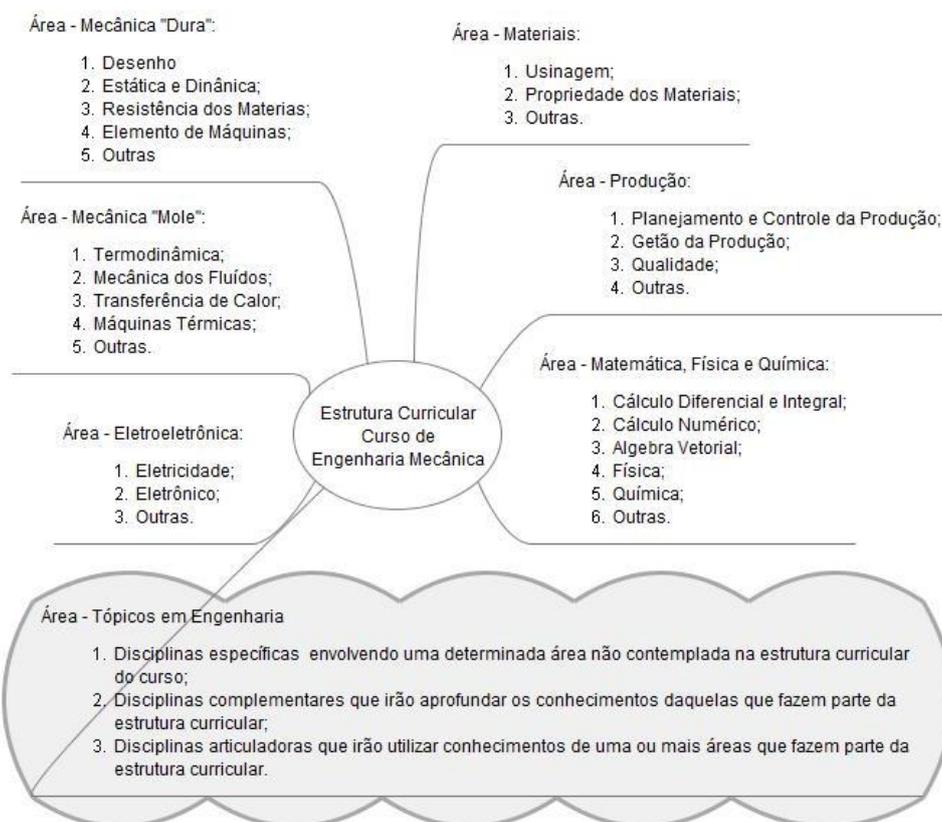


Figura 2 – Proposta da estrutura curricular



A grande virtude desta estrutura curricular é a flexibilidade, pois o conteúdo não fica restrito às disciplinas profissionalizantes e pode ser facilmente adaptado nas disciplinas do bloco Tópicos em Engenharia. Assim, a estrutura é capaz de absorver a dinâmica da evolução do conhecimento sem que seja necessário modificar o projeto político-pedagógico ou as ementas das demais disciplinas.

3.4. Equivalência de disciplinas

Evidentemente, a migração dos alunos do sistema atual para o novo sistema deve ser conduzida do modo mais abrangente possível em termos de aproveitamento dos créditos já obtidos.

4. ANÁLISE CRÍTICA DA PROPOSTA

4.1. A questão dos pré-requisitos

A questão do pré-requisito para que o aluno possa cursar determinadas disciplinas é controversa e gera muitas discussões. São dois os argumentos mais frequentemente utilizados na defesa dos pré-requisitos, a saber: i) assegura que o aluno tenha adquirido um corpo de conhecimento mínimo a partir do qual serão construídos novos conhecimentos em disciplinas posteriores; ii) alinha o desenvolvimento do aluno, prevenindo que ele se depare com exigências para as quais ainda não está amadurecido. Embora coerentes do ponto de vista conceitual, a experiência tem mostrado que estes argumentos não se sustentam necessariamente. Com relação ao primeiro argumento, não é raro os professores fazerem em suas disciplinas revisões que contemplem assunto que já foram ou deveriam ter sido abordados em disciplinas que são pré-requisitos. Já com relação ao segundo argumento, o amadurecimento intelectual é um processo que passa, necessariamente, pelo *comprometimento* do aluno com sua própria formação. Não está claro que exigir pré-requisitos contribua para estabelecer este comprometimento, pois é comum encontrar alunos ainda imaturos ao final do curso, embora tenham cumprido todos os pré-requisitos para alcançá-lo.

Assim, acredita-se que eliminar pré-requisitos, e aqui se concentra o caráter inovador da proposta, possa contribuir para estimular o comprometimento do aluno dando-lhe *autonomia* para decidir os rumos de sua própria formação. O exercício da autonomia demanda a *responsabilidade* que gera comprometimento e, por fim, amadurecimento. Além disso, o exercício profissional do futuro engenheiro exige a habilidade de ser autodidata. Assim sendo, ele deve aprender e/ou exercitar essa capacidade durante o curso de engenharia. Portanto, caso ele faça uma opção diferente da SSD dada pelo Conselho de Curso, ele será obrigado, algumas vezes, a estudar, por conta própria, um ou mais assunto extra para ter êxito em disciplinas que exijam conhecimento anterior. Deve-se considerar, adicionalmente, que a eliminação de pré-requisitos: i) aumenta a possibilidade de o aluno integralizar os créditos em cinco anos, mesmo que haja algumas reprovações; ii) minimiza a necessidade de se oferecer as disciplinas em todos os semestres; iii) não exclui a possibilidade de se oferecer uma mesma disciplina em semestres consecutivos, desde que haja demanda causada por reprovação excessiva.



4.2. **Motivação dos alunos**

Os cursos de engenharia oferecem um amplo conhecimento sobre muitos tópicos e aplicações, ou seja, os alunos adquirem uma visão global dos problemas e aprendem métodos diversos – analíticos, experimentais, aproximados e numéricos – para sua resolução. Desse modo, depois de formado, o aluno torna-se apto a atuar em diversas áreas: petrolífera, aeroespacial, automobilística, naval, mercado financeiro, entre outras.

Por outro lado, a prática e a teoria são um tanto dissociadas no ensino de engenharia, diferentemente de outros ramos do conhecimento, como por exemplo, as Ciências Biológicas, nos quais a prática está intimamente ligada à teoria. Neste cenário, muitos alunos sentem falta de maior número de atividades prática nos cursos de engenharia, o que acaba por desmotivá-los no decorrer do curso levando-os, eventualmente, a desistir. Este fato é particularmente agudo nas disciplinas básicas de matemática e física, vistas como árduas, herméticas e fracamente associadas com a prática profissional da engenharia. Mesmo nas disciplinas profissionalizantes, são comuns as reclamações dos alunos quanto às suas dificuldades em vislumbrar aspectos práticos relativos aos tantos conceitos físicos e modelos matemáticos empregados nas disciplinas. Assim sendo, o projeto político pedagógico (PPP) do curso deve criar meios para que o aluno vivencie a engenharia desde o primeiro dia em que põe os pés no campus e tenha plena consciência da importância de cada novo assunto apresentado num contexto mais geral.

É evidente que os alunos devem ser apropriadamente motivados, o que não parece ser tão difícil de conseguir. A grande maioria das faculdades de engenharia possui algum tipo de projeto estudantil. A UNESP/FEG tem alguns, tais como Fórmula SAE, MiniBaja e Aerodesign, nos quais os alunos, de diferentes cursos, períodos e nível de conhecimento, trabalham voluntariamente com afinco e determinação. Muitas vezes alcançam resultados expressivos em competições nacionais e internacionais, sem que haja necessidade de disciplinas específicas nas áreas automotiva e aeronáutica. Pode-se afirmar, portanto, com grande dose de confiança, que os alunos podem ser eventualmente autodidatas e sabem trabalhar em equipe, *desde que devidamente motivados*. Convém ressaltar que todos os alunos e professores que atuam nestes projetos sabem das imensas dificuldades envolvidas nas atividades requeridas. Portanto, cabe ao corpo docente, em sintonia com o corpo discente e amparado num PPP dinâmico, criar meios para que essa motivação que alguns grupos de alunos demonstram nos projetos estudantis possa permear o curso como um todo.

4.3. **Maior obstáculo para implantar são os professores**

Quando se diz que o maior obstáculo são os professores, uma das razões é porque o poder de implantação compete a órgãos colegiados compostos por professores. Assim como a grande maioria das pessoas, professores são naturalmente refratários a mudanças, ainda mais quando a rotina de trabalho está arraigada a ponto de se tornar um hábito. Cita-se aqui um episódio muito instrutivo a respeito de implantar mudanças em sistemas de ensino. Em um evento do consórcio Laspau-Harvard realizado em Lorena, SP, em 2013, o Prof. Peter Dourmashkin, do Departamento de Física do MIT, apresentava um novo método de ensino de física para alunos de graduação do MIT. Ao final, o Prof. Dourmashkin foi questionado sobre as maiores dificuldades de se implementar o método. Sua resposta começou com ele contando que um colega seu de departamento estava envolvido na missão Voyager 2, e que também



estava envolvido na implantação do novo método. Na opinião deste colega foi mais fácil projetar, construir, lançar e operar a sonda no espaço sideral do que convencer as pessoas a aderirem ao novo método...

Há também outra questão importante. Observa-se atualmente nas universidades brasileiras uma dicotomia muito grande em relação ao ensino e pesquisa, fazendo com que boa parte do corpo docente prefira dedicar mais esforços à pesquisa do que ao ensino. As razões que levam a esta dicotomia não cabem ser discutidas aqui, mas seus desdobramentos já começam a ser observados. O resultado mais temível de se enfraquecer e desprestigiar o ensino de graduação é oferecer aos alunos uma formação deficitária e de má qualidade. É fácil perceber que em médio prazo a própria pesquisa será afetada, pois os alunos mal formados de agora serão os alunos de pós-graduação do futuro. É exatamente o mesmo fenômeno que se observa com relação aos alunos ingressantes nas universidades. O sucateamento do ensino fundamental e médio fez com que a universidade receba muitos alunos de nível inferior quando comparados a alunos de outras épocas. Não se pretende afirmar com isso que a pesquisa não seja importante ou que seja preterida em relação ao ensino. Ao contrário, ela deve permear as atividades de graduação, contribuindo para expandir o corpo de conhecimento das disciplinas, mantendo-as atualizadas frente aos desafios do mundo contemporâneo, além de servir de estímulo aos alunos que tenham perfil mais científico a considerarem a carreira acadêmica como uma alternativa ao seu futuro profissional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentada uma nova abordagem de ensino para cursos de engenharia, tendo as dificuldades atualmente enfrentadas no curso de Engenharia Mecânica da UNESP/FEG como motivação. Foram apresentadas as principais questões atualmente em discussão, as quais estão norteadando o processo de reestruturação do curso de Engenharia Mecânica. Buscando dar uma resposta a tais questões, foi apresentada uma proposta de sistema de crédito que não encontra similar. Na análise crítica sobre a proposta foram expostas como principais virtudes o exercício da autonomia dos alunos e o desenvolvimento de novas habilidades, enquanto que a maior dificuldade de execução apontada é o convencimento dos professores.

6. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

MEC – 2002. **Diretrizes Curriculares**. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 16/06/2013.

FEG/UNESP - 2007. **Estrutura curricular – Curso de Engenharia Mecânica Integral. Resolução UNESP nº 74 de 19 de Outubro de 2007**. Disponível em:
<<http://www2.feg.unesp.br/#!/graduacao/mecanica/integral/estrutura-curricular/>>. Acesso em: 16/06/2014.



FEG/UNESP 2011. **Diretrizes para apresentação de trabalhos acadêmicos FEG/UNESP.** Disponível em: <http://www.feg.unesp.br/sbd/arquivos/DIRETRIZES-2011.doc>. Acesso em 16/06/2014.

FEM/UNICAMP 2014a. **Demanda por disciplinas.** Disponível em: <http://fit.fem.unicamp.br:8080/academico/planejamento/index.jsp>. Acesso em: 14 jun. 2014.

FEM/UNICAMP 2014 b. **Disciplinas dos primeiro e segundo semestre de 2014.** Disponível em: <http://www.dac.unicamp.br/sistemas/horarios/grad/G1S0/FEM.htm>. Acesso em: 14 jun. 2014.

PROPOSAL FOR AN INNOVATIVE CREDIT SYSTEM FOR ENGINEERING COURSE

Abstract: *The objective of this paper is to present a new approach to teaching engineering courses. The motivation for this paper came from the difficulties currently faced in the course of Mechanical Engineering at UNESP / FEG. First, it is presented the main issues currently under discussion by council course members of Mechanical Engineering, which are guiding the restructuring process of this course. Seeking answers to such questions, it is proposed a new "credit system" that has no parallel, as far as it is known, but it can bring conceptual and administrative gains. In addition it can also stimulate both students and teachers. Finally, a critical analysis is conducted on the proposal seeking to expose, in the view of proponents, its strengths and difficulties of implementation.*

Key-words: *Political pedagogical project, curricular restructuring, curriculum Grid.*