



**Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Colegiado de Graduação em Engenharia Mecânica**



**PROPOSTA DE ALTERAÇÃO CURRICULAR DOS CURSOS DIURNO
E NOTURNO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA DA
UFMG**

Prof. Paulo César Matos Rodrigues – Coordenador

Prof. Juan Carlos Campos Rubio – Subcoordenador

Belo Horizonte, julho de 2008.

Índice

	Página
1. HISTÓRICO	3
2. DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA	4
3. ALTERAÇÕES PROPOSTAS	4
4. TRAJETÓRIAS	10
5.FORMAÇÃO LIVRE	10
6. CARGA HORÁRIA DOS CURSOS	11
7. INTEGRALIZAÇÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS	12
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
9. ANEXOS	13

1. HISTÓRICO

O projeto pedagógico vigente do curso de graduação em Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais foi proposto em fevereiro de 2000 e aprovado pela Congregação da Escola de Engenharia em 14/04/2000. Em seguida, o projeto foi encaminhado à Pró-Reitoria de Graduação e aprovado pela Câmara de Graduação com base no parecer 262/200 de 01/06/2000. Finalmente, o projeto foi aprovado no Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFMG em 08/06/2000. O referido projeto de reforma curricular, juntamente com a implantação do curso noturno, entrou em vigor a partir do primeiro semestre de 2001, sendo hoje denominado “versão curricular 2005/1” em virtude da modificação dos códigos de quatro disciplinas anteriormente oferecidas pelo Departamento de Engenharia Mecânica e que passaram a ser oferecidas pelo Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais e pelo Departamento de Materiais e Construção Civil (sem qualquer alteração na carga horária ou ementa das disciplinas).

Após a conclusão do primeiro ciclo completo da versão 2005/1, foi identificada a necessidade de alterações na estrutura curricular decorrentes de dois aspectos:

- A redução da carga horária de 3720 horas na versão curricular 1996/1, para 3240 horas na versão 2005/1, implicou na eliminação de alguns conteúdos que mais tarde se mostraram essenciais para a formação do Engenheiro Mecânico;
- A publicação, em 11 de março de 2002, da Resolução CNE/CES 11 da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Engenharia e que estabelece, entre outros aspectos, uma carga horária mínima de 3600 horas para os cursos de Engenharia.

Diante deste cenário foi instituída, por meio da Portaria COLMEC 01/2005 de 03 de outubro de 2005, uma comissão de trabalho com a incumbência de submeter à apreciação do Colegiado de Graduação em Engenharia Mecânica uma proposta de alteração na estrutura curricular vigente. Foram indicados os seguintes membros para a referida comissão: Professores Alexandre Mendes Abrão (presidente), Danilo Amaral, Paulo César da Costa Pinheiro e Ricardo Luiz Utsch de Freitas Pinto e o representante discente Luiz Felipe Adão Torre e Silva.

A proposta de alteração curricular ora apresentada baseia-se no relatório final apresentado por esta comissão e na da 33^a Assembléia Departamental realizada em 27/06/2005, que teve como pauta única "*Avaliação da estrutura curricular implantada em 2001*", além de sugestões

encaminhadas por professores e pela representação discente à Chefia do Departamento de Engenharia Mecânica e ao Colegiado do curso.

2. DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DESTA PROPOSTA

A presente proposta de alteração mantém inalterados os pontos fundamentais da proposta pedagógica vigente, a saber:

- Divisão do curso em núcleos de conhecimentos com características comuns à formação do profissional em Engenharia Mecânica, quais sejam: *Núcleo de Formação Básica*, *Núcleo Fundamental em Ciências Mecânicas*, *Núcleo de Formação Específica em Engenharia Mecânica* e *Núcleo de Formação Livre*.
- Nucleação das Ciências Mecânicas em blocos de disciplinas, visando equilibrar os conhecimentos necessários à formação do Engenheiro Mecânico.
- Caracterização da formação plural em Engenharia Mecânica, possibilitando ao aluno traçar uma trajetória própria dentro do Curso de Engenharia Mecânica.
- Minimização da cadeia de pré-requisitos.
- Eliminação da superposição de conhecimentos.

3. ALTERAÇÕES PROPOSTAS

As alterações ora propostas constam de inclusão de disciplinas, substituição de disciplinas e alterações na carga horária, semestre e/ou ementa de disciplinas. A substituição de disciplinas resultou na alteração de alguns pré-requisitos, também detalhada nesta proposta.

3.1 Inclusão de disciplinas

Propõe-se a inclusão de três disciplinas obrigatórias com o objetivo de atender, respectivamente, a Resolução CNE/CES 11, que determina em seu Art. 6º - §1º que o núcleo de conteúdos básicos verse, entre outros, sobre os seguintes tópicos: X – Química, XIII – Economia e XIV – Ciências do Ambiente. A anuência dos respectivos departamentos já foi concedida e as disciplinas são as seguintes:

QUI003 - Química Geral B

Estrutura eletrônica dos átomos. Propriedades periódicas. Ligações químicas (ligações iônica e covalente, introdução a TOM, teoria de bandas). Forças intermoleculares (química supramolecular, sistemas biológicos, materiais). Soluções. Equilíbrio químico.

Créditos: 4

Carga horária teórica: 60

Departamento: Química

ECN101 - Economia AI

Economia: conceitos básicos. Caracterização do problema econômico. Ciências Econômicas em relação às demais ciências sociais. Linhas de formação da economia capitalista. Noções de contabilidade nacional e balanço de pagamentos. Teoria keynesiana. Noções sobre economia brasileira.

Créditos: 4

Carga horária teórica: 60

Departamento: Ciências Econômicas

ESA109 - Proteção Ambiental

Ecologia: princípios. Recursos naturais. Poluição das águas, ar e solo. Legislação ambiental. Ecodesenvolvimento.

Créditos: 2

Carga horária teórica: 30

Departamento: Engenharia Sanitária e Ambiental

3.2 Substituição de disciplinas

Propõe-se a substituição de disciplinas conforme apresentado na Tabela 1 (todas com anuência já concedida pelos departamentos ofertantes.).

Tabela 1: Disciplinas a serem substituídas.

Disciplinas vigentes:	Disciplinas propostas:
MAT040 - Equações Diferenciais C (4 cr.)	MAT015 - Equações Diferenciais A (4 cr.) MAT016 - Equações Diferenciais B (4 cr.)
FIS068 - Fundamentos de Mecânica Ondulatória (1 cr.)	FISXXX – Fundamentos de Oscilações e Ondas (2 cr.)
EST056 – Fundamentos de Estatística (2 cr.)	EST031 – Estatística e Probabilidades (4 cr.)

A substituição da disciplina *MAT040 – Equações Diferenciais C* por *MAT015 – Equações Diferenciais A* e *MAT016 – Equações Diferenciais B* justifica-se pelo fato de a disciplina vigente ter se mostrado insuficiente como requisito para o atendimento às necessidades do

curso, em especial as disciplinas *EMA094 – Transmissão de Calor* e *EMA091 – Mecânica dos Fluidos*. O mesmo pode ser dito a respeito da disciplina *EST056 – Fundamentos de Estatística* (2 cr.), substituída por *EST031 – Estatística e Probabilidades* (4 cr.), por não assegurar a consolidação dos conhecimentos básicos em Estatísticas exigidos do Engenheiro Mecânico.

Finalmente, a oferta de uma disciplina regular de 2 créditos (*FISXXX - Fundamentos de Oscilações e Ondas*) em substituição a *FIS068 - Fundamentos de Mecânica Ondulatória* (oferecida durante o período de 1 mês como módulo de 1 crédito), vem resolver uma grave distorção nos cursos que necessitam desse conteúdo. Esta proposta também foi apresentada à PROGRAD pelo Departamento de Física no ofício DF/023/2003 (29/04/2005).

Desta forma, as disciplinas que passarão a integrar o currículo dos cursos diurno e noturno são as seguintes:

MAT015 - Equações Diferenciais A

Equações diferenciais de 1 e 2 ordens. Sistemas lineares de equações diferenciais lineares. Solução em séries de potência. Transformada de Laplace.

Créditos: 4

Carga horária teórica: 60

Departamento: Matemática

Pré-requisitos: MAT039

MAT016 - Equações Diferenciais B

Séries integrais de Fourier. Equações diferenciais parciais.

Créditos: 4

Carga horária teórica: 60

Departamento: Matemática

Pré-requisitos: MAT039

EST031 - Estatística e Probabilidades

Estatística descritiva. Probabilidades. Variáveis aleatórias discretas. Variáveis aleatórias contínuas. Teorema central do limite. Estimação. Testes de hipóteses.

Créditos: 4

Carga horária teórica: 60

Departamento: Estatística

FISXXX – Fundamentos de Oscilações e Ondas

Oscilações e ondas mecânicas.

Créditos: 2

Carga horária teórica: 30

Departamento: Física

Pré-requisitos: FIS069, MAT015

3.3 Alteração de carga horária de disciplinas

Propõe-se a alteração da carga horária de duas disciplinas, conforme indicado na Tabela 2:

Tabela 2: Disciplinas com carga horária alterada.

Disciplina:	Carga horária	Carga horária
	atual:	proposta:
EMA087 – Termodinâmica Fundamental	45 h (3cr.)	60 h (4 cr.)
EMA101 – Termodinâmica Aplicada	30 h (2 cr.)	60 (4 cr.)

Na versão curricular 1996/1, o conjunto de disciplinas equivalentes (*EMA001 – Termodinâmica* com 5 cr., *EMA003 – Sistemas Térmicos I* com 6 cr. e *EMA010 – Sistemas Térmicos II* com 5 cr.) totalizava uma carga de 240 horas (16 cr.). Na versão atual estes conteúdos foram reduzidos para 75 horas (5 cr.) e embora essa redução tenha suprimido a superposição de conhecimentos, a prática demonstrou não ser possível ministrar os conteúdos previstos com uma carga tão drasticamente reduzida.

3.4 Alteração de ementas e de nomes de disciplinas

Em algumas disciplinas detectou-se que a reforma curricular promovida em 2000 resultou na eliminação de conteúdos considerados relevantes para a formação do Engenheiro Mecânico. Assim, propõe-se a alteração das ementas das disciplinas que seguem, porém mantendo-se a carga horária atual.

Disciplina: EMA083 – Desenho Mecânico
Ementa atual: Normas aplicáveis a desenhos mecânicos. Desenho a mão livre. Uso de instrumentos e equipamentos para desenho. Caligrafia e simbologia técnicas. Figuras geométricas e concordâncias. Planificação de superfícies. Sistemas de projeções. Desenho perspectivo. Escala, linhas e hachuras. Vistas auxiliares, cortes e seções. Cotagem. Leitura e interpretação de desenhos mecânicos.
Ementa proposta: Normas aplicáveis a desenhos mecânicos. Desenho a mão livre. Uso de instrumentos e equipamentos para desenho. Caligrafia simbologia técnicas. Figuras geométricas e concordâncias. Planificação de superfícies. Sistemas de projeções. Desenho perspectivo. Escala, linhas e hachuras. Vistas auxiliares, cortes e seções. Cotagem. Leitura e interpretação de desenhos mecânicos. Desenho assistido por computador. Desenho tridimensional.

Disciplina: EMA099 – Elementos de Máquinas I

Ementa atual: Leis do atrito seco. Atrito de escorregamento. Atrito de pivotamento. Resistência ao rolamento. Rigidez de órgãos flexíveis. Equação geral das máquinas. Regulagem das máquinas. Mecanismos articulados.

Ementa proposta: Leis do atrito. Atrito de escorregamento. Atrito de rolamento. Rigidez de órgãos flexíveis, cadernais. Equação geral das máquinas. Freios e embreagens. Parafusos de acionamento. Camos, mecanismos articulados e biela manivela. Volantes. Mancais de deslizamento. Noções de lubrificação.

Disciplina: EMA100 – Elementos de Máquinas II

Ementa atual: Fatores de segurança. Fadiga e concentração de tensões. Transmissões por engrenagens cilíndricas cônicas, sem-fim coroa. Eixos e árvores. Mancais de rolamentos. Transmissões por correias. Elementos de fixação. Molas.

Ementa proposta: Fator de segurança. Fadiga e concentração de tensões. Trens de engrenagens. Transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes retos e helicoidais. Engrenagens cônicas e engrenagens sem fim - coroa. Eixos, árvores e chavetas. Mancais de rolamento. Transmissão por correntes, correias e acoplamentos. Cabos de aço. Parafusos de união. Molas.

Disciplina: EMA104 – Automação Aplicada à Engenharia Mecânica

Ementa atual: Projeto simplificado de controle e acionamento de potência, aplicados à máquinas operatrizes, instalações frigoríficas, instalações de bombeamento e ventilação. Sistemas de comando em sistemas mecânicos, hidráulicos e pneumáticos. Montagens de pequenos sistemas com esta finalidade, com controle "convencional" e/ou assistido com computador.

Ementa proposta: Componentes hidráulicos, pneumáticos e eletro-pneumáticos: elementos de trabalho, elementos de comando, elementos de sinal e elementos de processamento de sinais. Projeto de comandos combinatórios e seqüenciais. Controladores lógicos programáveis (CLP). Programação e desenvolvimento de sistemas automatizados utilizando CLP.

Disciplina: EMA006 – Vibrações Mecânicas

Ementa atual: Sistemas com um ou mais graus de liberdade. Teoria de isolamento industrial. Fundações de máquinas. Vibrações dos sistemas contínuos. Captação e análise de vibrações. Balanceamento de máquinas.

Ementa proposta: Elementos de um sistema vibratório. Vibrações livres e forçadas de sistemas de um grau de liberdade. Vibrações livres e forçadas de sistemas de vários graus de liberdade. Vibrações em sistemas elásticos contínuos. Resposta a carregamento não harmônico.

Disciplina: EMA105 – Laboratório de Automação e Controle

Ementa atual: Instrumentos de medição e de controle. Simulação e controle de sistemas de Engenharia Mecânica. Sistemas de aquisição de dados. Técnicas de tratamento de sinais.

Ementa proposta: Síntese de conceitos da Engenharia de controle. Análise, simulação e identificação de sistemas de controle utilizando *MatLab*. Emprego de técnicas de sintonia de controladores. Montagens experimentais com aplicações de técnicas de projeto de controladores utilizando o método do lugar das raízes e resposta em frequência. Aulas experimentais utilizando controladores lógicos programáveis.

Além de alterações nas ementas, as disciplinas EMA027, EMA028 e EMA089 apresentadas a seguir tiveram seus nomes modificados, respectivamente, de “*Introdução ao Projeto*” para “*Projetos Mecânicos*”, de “*Teoria de Controle*” para “*Projeto de Sistemas de Controle*” e de “*Modelagem de Sistemas Dinâmicos*” para “*Fundamentos da teoria de Controle*”.

Disciplina: EMA027 – Projetos Mecânicos
Ementa atual: Projeto: filosofia. Dimensionamento básico. Fadiga. Concentração de tensões. Fatores de segurança. Elementos, normas técnicas, padronização. Regras construtivas. Ajustes e tolerâncias. Desenho, concepção, morfologia. Projeto mecânico.
Ementa proposta: Fundamentos de projeto. Dimensionamento básico. Integridade e segurança: fadiga, concentração de tensões, fatores de segurança. Elementos mecânicos padronizados e normas. Regras construtivas. Ajustes e tolerâncias. Procedimentos computacionais e analíticos para modelagem e simulação. Anteprojeto e projeto final.

Disciplina: EMA028 – Projeto de Sistemas de Controle
Ementa atual: Sistemas: conceituação. Controle e perturbação. Malhas. Matrizes. Transformadas de Laplace. Domínio do tempo e da frequência. Modelos matemáticos de sistemas físicos. Ações de controle. Estabilidade e controlabilidade de sistemas. Estabilização. Análise de respostas. Erros. Noções de controle ótimo.
Ementa proposta: Fundamentos para projetos de sistemas de controle. Requisitos para projetos de sistemas de controle. Construção do lugar das raízes. Análise do lugar das raízes. Projeto de sistemas de controle pelo método do lugar das raízes. O método da resposta em frequência Diagrama de Bode. Análise do diagrama de Bode. Projeto de sistemas de controle pela resposta em frequência.

Disciplina: EMA089 – Fundamentos da Teoria de Controle
Ementa atual: Análise de um sistema técnico, conceitos fundamentais acerca de modelo, modelagem, análise de modelo e otimização. Modelagem física e matemática de sistemas de Engenharia Mecânica. Análise de resposta transitória. Função de transferência e representação de estados. Diagramas de bloco e fluxos de sinal. Técnicas computacionais para simulação. Noções de identificação de parâmetros. Ações básicas de controle.
Ementa proposta: Conceitos básicos. A transformada de Laplace e aplicações. Variáveis de estado. Controlabilidade e observabilidade. Modelagem de sistemas mecânicos translacionais e rotacionais. Modelagem de sistemas fluídicos. Linearização de modelos. Funções de transferência. Diagrama de blocos. Gráfico de fluxos de sinais. Ações básicas de controle. Resposta transitória e resposta estacionária. Estabilidade e critério de Routh.

3.5 Alterações de pré-requisitos

Em decorrência do item 3.2 Substituição de disciplinas, faz-se necessária a reorganização de pré-requisitos das seguintes disciplinas apresentadas na Tabela 3:

Disciplina:	Pré-requisito atual:	Pré-requisito proposto:
EMA092 - Metrologia	EST056 – Fundamentos de Estatística	EST031 - Estatística e Probabilidades
EMA089 – Modelagem de Sistemas Dinâmicos	MAT040 – Equações Diferenciais C	MAT015 – Equações Diferenciais A
EMA091 - Mecânica dos Fluidos	MAT040 – Equações Diferenciais C	MAT016 - Equações Diferenciais B e EMAXXX - Termodinâmica Fundamental.
EMA094 - Transmissão de Calor	MAT040 – Equações Diferenciais C	MAT016 - Equações Diferenciais B e EMA091 - Mecânica dos Fluidos.

4. TRAJETÓRIAS

Embora as disciplinas optativas oferecidas atualmente sejam distribuídas em 6 trajetórias, a versão curricular vigente apresenta uma estrutura que não distingue cada trajetória, o que causa, entre outros inconvenientes, a impossibilidade de continuidade de estudos pelos alunos que desejam cursar mais de uma trajetória. A presente proposta corrige esta distorção, agrupando as disciplinas optativas em 5 trajetórias:

- Automotiva;
- Energia e Utilidades;
- Manutenção;
- Mecatrônica;
- Projeto e Fabricação;
- Formação Geral.

Com a criação do curso de Engenharia Aeroespacial, a trajetória Aeronáutica do curso de Engenharia Mecânica foi suprimida.

A carga horária total em disciplinas optativas passará dos atuais 24 créditos para 47 créditos, tendo em vista que os atuais 24 créditos têm se mostrado insuficientes. O certificado de conclusão de trajetória será concedido ao aluno que for aprovado em, no mínimo, 24 créditos em disciplinas pertencentes à trajetória escolhida.

5. FORMAÇÃO LIVRE

Esta proposta prevê a substituição da Formação Complementar por disciplinas de Formação Livre (120 horas). Será mantida a obrigatoriedade do cumprimento de pelo menos 4 créditos na área de Ciências Humanas (Tópicos de Formação Humana). Tal alteração justifica-se pela necessidade de elevação da carga horária de disciplinas optativas de 24 para 47 créditos de forma a assegurar a oferta de um conteúdo mínimo dentro de cada trajetória. Embora haja experiências positivas referentes à formação complementar nos cursos de Engenharia Mecânica, entre as quais destacam-se as formações complementares nas áreas de Bioengenharia e Ambiental, ressaltam-se dificuldades como a baixa oferta de disciplinas e a dificuldade de acesso dos alunos de Engenharia Mecânica a essas disciplinas em outras unidades da UFMG.

6. CARGA HORÁRIA DOS CURSOS

As alterações propostas representarão, sem dúvida, uma elevação na carga horária mínima do curso. A Tabela 4 indica o impacto das alterações sobre esta carga horária. Além de corrigir as deficiências da versão curricular atual, as alterações propostas permitirão o atendimento ao parecer CNE/CES nº 329/2004 (de 11/11/2004), que estabelece uma carga horária mínima de 3600 horas para os cursos de Engenharia.

Tabela 4: Carga horária mínima do curso.

Disciplinas:	Currículo atual:	Currículo proposto:
Obrigatórias:	2115 (141 cr.)	2415 (161 cr.)
Atividades acadêmicas:	285 (19 cr.)	420 (28 cr.)
Optativas:	360 (24 cr.)	705 (47 cr.)
Formação Livre:	480 (32 cr.)	120 (8 cr.)
Total:	3240 (216 cr.)	3660 (244 cr.)

As atividades acadêmicas indicadas na Tabela 4 referem-se a Trabalho de Graduação I e II (4 créditos cada) e Estágio Supervisionado, cuja carga horária será elevada de 11 para 20 créditos. Essa elevação na carga horária reflete a dedicação efetiva do aluno a esta atividade, uma vez que os termos de compromisso de estágio exigem carga horária semanal mínima de

20 horas. Uma carga horária inferior poderia resultar no acúmulo da atividade de estágio com atividades didáticas presenciais, as quais poderiam ser prejudiciais ao aluno.

É importante destacar que a atividade “Estágio Supervisionado” se encontra de acordo com a Resolução 03/2006 do CEPE que regulamenta o estágio em cursos de graduação na UFMG e também com a Resolução CNE/CSE 11, que estabelece uma carga horária mínima de 160 horas para essa atividade.

Mesmo com a elevação da carga horária para 3660 horas o curso diurno manterá em 10 semestres o tempo padrão previsto para integralização curricular, entretanto, o curso noturno, cujo horário permite a oferta de 20 horas semanais, terá o tempo padrão para integralização elevado de 11 para 12 semestres.

7. INTEGRALIZAÇÃO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS

No currículo atual existe a previsão de 2 créditos para integralização de trabalhos científicos publicados, de acordo com resolução 001/2006 do Colegiado. Para esta alteração curricular, propõem-se a integralização **adicional** de 1 crédito por semestre, para as atividades de Iniciação Científica **ou** Iniciação à Docência **ou** Iniciação à Extensão, **sendo o máximo de 2 créditos**. A Resolução que trata da integralização dessas atividades encontra-se em elaboração. **Portanto, com essas atividades, o aluno poderá totalizar, no máximo, 4 créditos para integralização.**

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora representem um impacto mínimo na atual estrutura curricular dos cursos, as alterações propostas representam uma melhoria significativa de qualidade dos cursos visto que, além de atender às diretrizes do Conselho Nacional de Educação, serão corrigidas as distorções identificadas pelos corpos docente e discente no decorrer da implantação da versão atual.

9. ANEXOS

Os anexos a seguir apresentam em detalhes a estrutura proposta para os dois cursos, segundo o modelo da Pró-Reitoria de Graduação.

**ESTRUTURA CURRICULAR PROPOSTA PARA O CURSO DIURNO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**ESTRUTURA CURRICULAR PROPOSTA PARA O CURSO NOTURNO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**