



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.  
ISBN 85-7515-371-4

## INTRODUÇÃO À ENGENHARIA BIOMÉDICA: UMA DISCIPLINA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE GRADUAÇÃO NAS ÁREAS DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Marcelo de Almeida Duarte** - [maduarte@ugf.br](mailto:maduarte@ugf.br)

**Nelson Gomes Teixeira** – [depele@ugf.br](mailto:depele@ugf.br)

Universidade Gama Filho - Departamento de Engenharia Elétrica.

Rua Manoel Vitorino, 625 - Piedade - 20748-900 - Rio de Janeiro – RJ.

**Resumo:** *Pensando em implementar um modelo que permitisse o ensino interdisciplinar entre as áreas das Ciências Exatas e das Ciências da Saúde na Universidade Gama Filho, foi criada a disciplina eletiva universal Introdução à Engenharia Biomédica. Nos cinco períodos letivos de sua existência, já estiveram matriculados, nessa disciplina, alunos dos cursos de graduação de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Ciências da Computação, Fisioterapia, Medicina, Enfermagem e Farmácia. Esse trabalho tem por objetivo relatar a metodologia de ensino adotada na disciplina, apresentando as experiências de sala de aula, e concluir sobre os avanços alcançados a partir da sua inclusão nas matrizes curriculares dos cursos de graduação da Universidade Gama Filho.*

**Palavras-chave:** *Engenharia Biomédica, Interdisciplinaridade, Ensino, Engenharia.*

### 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais temas de discussão, no ensino de graduação de Engenharia, é a inclusão de disciplinas e metodologias de ensino que permitam atuações multidisciplinares dos alunos, quer seja isoladamente, quer seja em grupo.

O trabalho de DUARTE et al. (2003), por exemplo, realizado a partir de experiências com a disciplina “Materiais Elétricos”, pertencente à atual estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Gama Filho (UGF), propôs a seleção de situações para as quais os alunos deveriam buscar soluções, mobilizando não apenas conteúdos específicos da disciplina Materiais Elétricos, mas também valorizando a interdisciplinaridade. Outros trabalhos, como o de MAINES (2001), o de ALMEIDA (2003) e o de VERAS e VIZIOLI (2005), também propõem metodologias que possibilitam a implementação de atividades interdisciplinares, objetivando desenvolver, no aluno, as habilidades e competências tão necessárias à formação do engenheiro (BRASIL, 2002 e BRASIL, 2006).

A Engenharia Biomédica é uma área do conhecimento capaz de estabelecer e estimular o aprendizado multidisciplinar, não somente na área da Engenharia, mas em qualquer outro

curso de graduação, principalmente naqueles pertencentes às áreas das Ciências Exatas e das Ciências da Saúde. Sendo assim, a disciplina Introdução à Engenharia Biomédica (IEB) foi criada no final do ano de 2003 e implementada a partir do primeiro semestre letivo de 2004, inicialmente como disciplina eletiva para alguns cursos de graduação da UGF: Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Medicina, Enfermagem e Fisioterapia. A partir do segundo semestre de 2005, a disciplina tornou-se eletiva universal, passando também a ser oferecida para os demais cursos de graduação da UGF.

Esse trabalho apresenta a metodologia empregada na disciplina Introdução à Engenharia Biomédica, bem como os principais resultados obtidos com a sua implantação nos cursos de graduação da UGF.

## **2. A ENGENHARIA BIOMÉDICA**

A Engenharia Biomédica é vista como a aplicação dos métodos de distintas áreas das Ciências Exatas no campo das Ciências Médicas e Biológicas. Esse ramo de atividade teve seu início logo após a Segunda Guerra Mundial, voltando-se, primeiramente, para o estudo de sistemas biológicos complexos (Bioengenharia). A evolução crescente da tecnologia nas últimas décadas levou a Engenharia Biomédica a atuar no desenvolvimento de instrumentos para uso médico e na sua utilização adequada em ambiente médico-hospitalar. Nos anos 80, sua atuação foi estendida para setores da saúde pública e saúde coletiva, dando-se início ao que hoje é denominada de “Engenharia de Sistemas de Saúde” (COPPE/UFRJ, 2006).

Cobrando todos esses ramos de atividades de modo interdisciplinar e multiprofissional, a Engenharia Biomédica não só contribui para a área de Saúde, mas também para os desenvolvimentos científicos, econômicos e sociais. Isto permite que um grande número de pessoas, com informações e vocações diversas, encontrem na Engenharia Biomédica uma excelente oportunidade de aprimorar seus conhecimentos técnicos e científicos (COPPE/UFRJ, 2006).

## **3. A DISCIPLINA INTRODUÇÃO À ENGENHARIA BIOMÉDICA**

A disciplina Introdução à Engenharia Biomédica (IEB) está incluída nos currículos de todos os cursos de graduação da Universidade Gama Filho como disciplina eletiva universal. A disciplina IEB pode ser lecionada em qualquer período letivo do aconselhamento curricular dos cursos de graduação, não necessitando de conhecimento específico prévio.

A disciplina, realizada em um único semestre, com carga horária total de 80 horas, tem como objetivo geral possibilitar que os alunos das áreas das Ciências Exatas e das Ciências da Saúde da Universidade Gama Filho adquiram conhecimentos básicos sobre Engenharia Biomédica.

### **3.1 Objetivos e ementa**

A disciplina Introdução à Engenharia Biomédica tem como objetivos fazer com que o aluno seja capaz de:

1. entender o funcionamento básico de equipamentos médicos: ultra-som, tomógrafo e ressonância magnética;
2. entender o funcionamento básico do sistema circulatório, do sistema nervoso e dos demais sistemas do corpo humano;

3. trabalhar com softwares matemáticos para analisar o resultado de exames de eletrocardiogramas (ECG), eletroencefalogramas (EEG), e outros equipamentos;
4. conhecer os procedimentos de segurança em um ambiente hospitalar, tais como os cuidados básicos no tratamento de um paciente e os cuidados com as instalações elétricas em um hospital.

A ementa da disciplina prevê o estudo de assuntos diversificados, abrangendo boa parte da área da Engenharia Biomédica. Essa ementa é reproduzida, resumidamente, a seguir:

1. Fisiologia Humana: estuda-se a Fisiologia ao nível celular, a fisiologia dos sistemas nervoso, cardiovascular e respiratório, e alguns aspectos relacionados à musculatura humana.
2. Instrumentação Biomédica: são estudados alguns equipamentos usados em Medicina, Enfermagem e Fisioterapia. São exemplos: o bisturi elétrico, o eletroencefalógrafo, o eletrocardiógrafo, ventiladores pulmonares e eletroestimuladores.
3. Engenharia Clínica: esse tópico possibilita o estudo da atuação do Engenheiro Biomédico em clínicas e hospitais. Destacam-se tópicos sobre a manutenção preventiva e corretiva de equipamentos e instalações elétricas, sobre a compra de equipamentos e materiais médico-hospitalares, além dos cuidados que devem ser tomados na instalação desses equipamentos.
4. Geração de Imagens Médicas: os princípios básicos de funcionamento de alguns equipamentos de geração de imagens médicas para diagnóstico são apresentados nesse tópico. São exemplos desses equipamentos: raio-X, tomógrafo, ultra-som e ressonância magnética.
5. Processamento de Sinais Biológicos: o objetivo desse tópico é possibilitar que o aluno tenha condições de interpretar sinais de eletrocardiografia e eletroencefalografia, nos domínios do tempo e da frequência. Usa-se o software Matlab<sup>®</sup> (MathWorks Inc.) para a visualização, tratamento e processamento básico dos sinais.
6. Tópicos Especiais: onde são analisados, de forma superficial, alguns outros temas relacionados à Engenharia Biomédica. Por exemplo, destaca-se a importância da Bioestatística aplicada à área de Saúde e a utilização da Modelagem Matemática aplicada a determinados sistemas fisiológicos.

### **3.2 Metodologia empregada nas aulas**

Durante as aulas de IEB, faz-se uso de diversas técnicas metodológicas, cada qual com seu objetivo específico. Esse conjunto de técnicas visa vencer as dificuldades relacionadas com os objetivos citados anteriormente, no texto desse trabalho. As técnicas utilizadas e os principais aspectos inerentes a cada uma delas encontram-se descritos a seguir.

#### *Pesquisas e debates*

A partir da primeira aula, os alunos matriculados na disciplina são incentivados a realizar pesquisas com o auxílio da Internet. Partindo de temas relacionados com a Fisiologia Humana, grupos compostos por alunos pertencentes a cursos de graduação diferentes são formados, livremente, pelos próprios alunos.

Cada um desses grupos é composto por, no máximo, quatro alunos, sendo um deles designado por seus pares para coordenar os trabalhos do grupo. O coordenador é responsável pelas atividades acadêmicas do seu grupo, segundo diretrizes estabelecidas pelo professor da disciplina.

O professor tem a responsabilidade de propor, aos alunos dos grupos, o tema a ser pesquisado. Esse tema deve estar incluído no conteúdo programático da disciplina, devendo a escolha, seguir a seqüência apresentada na ementa da disciplina. O professor destaca que essas informações devem ser obtidas e discutidas internamente em cada grupo, no máximo, em duas horas do tempo destinado à aula da disciplina. Deve-se atentar para a qualidade dessas informações, considerando os critérios de atualização, confiabilidade e adequação ao tema em questão.

Ao final desse tempo, os grupos de alunos são convidados pelo professor a discutir sobre o assunto pesquisado. Essa discussão é caracterizada pela apresentação oral do coordenador de cada grupo, que expõe o entendimento do grupo sobre o assunto pesquisado e, principalmente, as suas dúvidas. Tanto o professor como os demais alunos procuraram dirimir essas dúvidas. Sendo assim, as aulas são caracterizadas pela troca de experiências entre todos os participantes e pela total liberdade de expressão. É importante registrar que o professor da disciplina deve fazer com que a linguagem técnica, específica da área das Ciências Exatas e das Ciências da Saúde, seja rapidamente assimilada e utilizada pelos alunos componentes de cada grupo.

Outros temas, relacionados com Instrumentação Biomédica, Engenharia Clínica e Bioestatística, são também apresentados aos alunos para pesquisas e debates nas aulas da disciplina.

Essa metodologia é utilizada em todas as aulas, até o penúltimo mês do semestre letivo, exceto quando há atividades como palestras ou visitas técnicas previstas para o horário da disciplina IEB.

Nesse momento do processo de aprendizagem, não é realizado qualquer tipo de avaliação discente.

### **Palestras e visitas técnicas**

Durante o semestre letivo são realizadas duas visitas técnicas e duas palestras com temas diretamente relacionados àqueles constantes do conteúdo programático da disciplina IEB.

A primeira palestra é realizada na terceira semana de aula. Normalmente, ela é proferida por professores do corpo docente do conceituado Programa de Engenharia Biomédica – PEB/COPPE – UFRJ (PEB). O PEB disponibiliza dois professores que relatam os principais avanços em pesquisas na área de Engenharia Biomédica, no Brasil e no mundo. A palestra é de cunho obrigatório para os alunos matriculados na disciplina IEB e é aberta à comunidade interna e externa à UGF.

Aproximadamente três semanas após a primeira palestra, os alunos da disciplina IEB realizam a primeira visita técnica relacionada com a disciplina. Essa visita é feita ao Programa de Engenharia Biomédica – PEB/COPPE – UFRJ e objetiva complementar o tema apresentado na palestra. A visita ocorre no dia (4ª feira) e horário (14:40 às 18:20 horas) destinados à disciplina IEB.

A segunda palestra é realizada cinco semanas após a primeira. Esta, porém, tem o objetivo de apresentar o trabalho que é realizado por um Engenheiro Clínico em clínicas e hospitais, particularmente quanto às suas atividades de manutenção preventiva e corretiva de equipamentos médicos, na preservação das instalações elétricas, e na aquisição adequada de materiais e equipamentos médico-hospitalares. Ela é proferida por um Engenheiro Eletricista, com Mestrado em Engenharia Biomédica, que exerce suas atividades na chefia do setor de Engenharia Clínica do Instituto Nacional de Câncer – INCa.

A segunda visita técnica é realizada após duas semanas da realização da segunda palestra. Ela tem sido feita no Hospital Municipal Piedade, situado próximo à Universidade Gama Filho, ou na Clínica de Fisioterapia do Curso de Fisioterapia da UGF. Essa visita tem o objetivo de apresentar, ao aluno, as instalações físicas de um hospital ou de uma clínica. Além

disso, são feitas observações sobre essas instalações, comparando-as com as condições ideais que deveriam existir nesses ambientes, de acordo com o que foi estudado nas aulas e informado na palestra sobre Engenharia Clínica.

No primeiro semestre de 2005, a visita foi realizada à fábrica Ro e SU Indústria e Comércio Ltda, responsável por desenvolver e produzir equipamentos para a área de fisioterapia e dermato-funcional. Essa empresa firmou, em novembro de 2005, um convênio com a Universidade Gama Filho, onde o principal objeto desse convênio foi a implantação do Laboratório de Engenharia Biomédica, viabilizando as pesquisas na área de Engenharia Biomédica na UGF.

Logo após o término de cada visita técnica e de cada palestra, o aluno matriculado na disciplina e que compareceu ao evento deve redigir um relatório sobre as atividades desenvolvidas e entregá-lo ao professor. Tanto o desempenho do aluno durante a atividade, quanto o relatório, são avaliados. O relatório deve obedecer às normas para confecção de trabalhos de pesquisa, fornecidas pelo professor.

### **Apresentações de trabalhos**

Com o objetivo de ampliar ainda mais a variedade de procedimentos de ensino adotados na disciplina, são realizadas atividades de pesquisas e de apresentação oral e escrita dessas pesquisas, quer seja por pequeno grupo de alunos, quer seja individualmente.

O conteúdo programático da disciplina que não foi abordado ao se utilizar a técnica “Pesquisas e debates” é então dividido da seguinte forma:

1. temas sobre Geração de Imagens Médicas e sobre Engenharia Clínica são propostos para serem trabalhados em grupo de alunos, culminando com apresentações orais em sala de aula;
2. tema sobre Processamento de Sinais Biológicos é proposto para ser trabalhado individualmente, durante o último mês de aula, culminando com a apresentação de um trabalho por escrito.

### **- Trabalho em grupo:**

Inicialmente, o professor orienta que esses grupos de trabalho sejam os mesmos formados no primeiro dia de aula. Ou seja, cada um desses grupos deve ser composto por, no máximo, quatro alunos, matriculados em graduações diferentes, sendo um deles designado por seus pares para coordenar os trabalhos do grupo.

Os temas dos trabalhos são previamente indicados pelo professor aos alunos de cada grupo, pautando-se em temas sobre Geração de Imagens Médicas e sobre Engenharia Clínica. Os alunos são, então, estimulados a pesquisar sobre os temas indicados, usando a Internet ou outros meios de comunicação, como jornais, revistas ou livros, além do Campus Virtual da Universidade Gama Filho (Biblioteca Virtual ou Webliblioteca), onde estão disponíveis páginas eletrônicas sobre diversos assuntos, sugeridas por professores e alunos. Essa pesquisa deve ser realizada em horário diverso daquele disponível para a disciplina.

Especificamente, as equipes são orientadas de acordo com os seguintes passos:

1. atribuição de um tema a ser estudado (Geração de Imagens Médicas e Engenharia Clínica), com antecedência de um mês, de modo que haja equilíbrio quanto à quantidade e à dificuldade da tarefa destinada a cada grupo, e que todo o conteúdo programático previsto no capítulo possa ser desenvolvido;
2. discussão em grupos, na sala de aula, com a supervisão do professor, a fim de definir os aspectos relevantes a serem considerados no trabalho. Nesta ocasião, é preservada

- a privacidade dos grupos com relação às idéias e soluções por eles encontradas para a apresentação de seus trabalhos;
3. em seguida, é feita uma apresentação, ao professor, do roteiro da exposição planejada pelo grupo e do material audiovisual a ser utilizado durante a mesma, a fim de que ele possa apoiar os alunos por meio de críticas e sugestões;
  4. posterior apresentação oral de cada grupo, em um período de tempo não superior a 30 minutos;
  5. oportunidade para que todos os participantes da turma possam fazer perguntas a respeito das explanações, cabendo ao professor subsidiar os interrogados, caso haja necessidade;
  6. finalmente, são feitas observações, versando sobre o conteúdo discutido, a integração entre os componentes das equipes e as falhas e os acertos durante a apresentação, visando a alertar os grupos subseqüentes, além de evitar erros na execução de um próximo trabalho.

O trabalho a ser desenvolvido sobre Geração de Imagens Médicas tem por objetivo fazer com que os alunos possam conhecer a operação, o funcionamento e as vantagens e desvantagens dos equipamentos de geração de imagens médicas (por exemplo: raio-X, ultrassom, tomógrafo e ressonância magnética).

Para o trabalho relacionado com Engenharia Clínica, o professor da disciplina propõe aos alunos dos grupos um problema a ser solucionado, por exemplo: “A Clínica Alfa deseja construir uma sala para realizar exames com o equipamento de geração de imagens cujas características técnicas e operacionais são perfeitamente conhecidas pelo seu grupo (cada grupo faz esse segundo trabalho em função do equipamento pesquisado em seu primeiro trabalho). Sendo assim, faça um esboço do projeto do ambiente físico para abrigar esse equipamento (área física, tipo de instalação elétrica necessária etc.) e defina o equipamento a ser utilizado, tomando por base aquele que possui a melhor relação custo/benefício”.

O objetivo desse trabalho é apresentar, ao aluno, uma atividade básica de um Administrador Hospitalar ou de um Engenheiro Clínico dentro de um estabelecimento de saúde.

#### **- Trabalho individual:**

A utilização desse tipo de atividade faz com que os alunos possam ser avaliados individualmente, levando-se em conta o seu próprio desempenho, em lugar de ser atribuída uma só nota a todos os componentes de um mesmo grupo.

A unidade Processamento de Sinais Biológicos, prevista na ementa da disciplina Introdução à Engenharia Biomédica, é estudada em aulas teórico/práticas, onde os alunos, no laboratório de informática da UGF, com o auxílio do software Matlab<sup>®</sup> (MathWorks Inc.), versão 7.0, realizam o processamento básico de sinais de eletrocardiograma (ECG), coletados por profissionais do Programa de Engenharia Biomédica – PEB/COPPE – UFRJ e gentilmente cedidos à UGF.

Especificamente, os alunos são orientados de acordo com os seguintes passos:

1. apresentação aos alunos, pelo professor da disciplina, do software Matlab<sup>®</sup> (MathWorks Inc.), versão 7.0. Alguns exercícios básicos sobre processamento de sinais são trabalhados em um laboratório de informática, em um único dia de aula. Nesses exercícios, algumas técnicas e ferramentas computacionais são utilizadas (promediação de sinais, uso da *Transformada de Fourier* etc.);

2. atribuição da atividade a ser desenvolvida pelo aluno: transformar um trecho de um sinal de ECG do domínio do tempo para o domínio da frequência. O processamento do sinal deve ser realizado utilizando o software citado no item anterior;
3. com a supervisão e a orientação do professor, e com duração de três semanas, é desenvolvida a atividade atribuída a cada aluno, no laboratório de informática. Nessa ocasião, é preservada a privacidade do aluno com relação à solução por ele encontrada para a execução do seu trabalho;
4. na quarta semana, é realizada, em um único dia, a apresentação oral do trabalho de todos os alunos, num período de tempo não superior a 10 min para cada apresentação. O aluno entrega ao professor um relatório onde devem constar as respostas às questões propostas;
5. oportunidade para que todos os participantes da turma possam fazer perguntas a respeito das explicações, cabendo ao professor subsidiar os interrogados, caso haja necessidade.

Esse trabalho possibilita que alunos de áreas de conhecimento distintas utilizem um ferramental (computador e software matemático), de domínio dos alunos da área das Ciências Exatas, para processar um sinal (biológico), plenamente conhecido por alunos da área das Ciências da Saúde.

### **3.3 A avaliação do desempenho discente**

Segundo os critérios de promoção estabelecidos pela Universidade Gama Filho, é exigida a obtenção de grau médio igual ou superior a 5,0 (cinco), após a realização de três avaliações denominadas GQ1, GQ2 e GQ3.

Desse modo, foi necessário fazer uma adequação entre a avaliação do aproveitamento do aluno, em um processo direcionado para o desenvolvimento de competências e habilidades, e os referidos critérios de promoção.

Foram adotadas diversas técnicas de avaliação, selecionados instrumentos, e estabelecidos padrões (valores) e critérios para cada uma das situações avaliativas, valorizando o processo de aprendizagem e não apenas o produto alcançado, da seguinte forma:

1. o grau alcançado pelo aluno, correspondente à GQ1, resulta da totalização da pontuação obtida, individualmente, na avaliação correspondente à primeira visita técnica e à primeira palestra, juntamente com a pontuação obtida na avaliação do trabalho de grupo, referente ao estudo do tópico “Geração de Imagens Médicas” (Tabela 1);
2. o grau alcançado pelo aluno, correspondente à GQ2, resulta da totalização da pontuação obtida, individualmente, na avaliação correspondente à segunda visita técnica e à segunda palestra, juntamente com a pontuação obtida na avaliação do trabalho de grupo, referente ao estudo do tópico “Engenharia Clínica” (Tabela 2);
3. o grau alcançado pelo aluno, correspondente à GQ3, resulta da pontuação obtida, individualmente, no trabalho referente ao estudo do tópico “Processamento de Sinais Biológicos” (Tabela 3).

Tabela 1 - Grau alcançado pelo aluno correspondente à avaliação GQ1.

Técnicas	Instrumentos	Padrões	Critérios
Análise dos relatórios escritos e observação durante a atividade (primeira palestra e primeira visita técnica).	Ficha de Avaliação dos Relatórios e Ficha de Observação.	0 (zero) a 2,5 (dois e meio) pontos por atividade.	Respeito às normas para confecção de trabalhos de pesquisa. Fundamentação teórica adequada. Atuação em pequenos grupos. Eficiência na comunicação escrita.
Observação durante a apresentação do trabalho de grupo (Geração de Imagens Médicas).	Ficha de Observação.	0 (zero) a 5 (cinco) pontos.	Respeito às normas para confecção de trabalhos de pesquisa. Fundamentação teórica adequada. Conhecimento do assunto. Atuação em pequenos grupos. Eficiência na comunicação oral e escrita.

Tabela 2 - Grau alcançado pelo aluno correspondente à avaliação GQ2.

Técnicas	Instrumentos	Padrões	Critérios
Análise do relatório escrito e observação durante a atividade (segunda palestra e segunda visita técnica).	Ficha de Avaliação dos Relatórios e Ficha de Observação.	0 (zero) a 2,5 (dois e meio) pontos por atividade.	Respeito às normas para confecção de trabalhos de pesquisa. Fundamentação teórica adequada. Atuação em pequenos grupos. Eficiência na comunicação escrita.
Análise do relatório escrito e observação durante a apresentação do trabalho de grupo (Engenharia Clínica).	Ficha de Avaliação dos Relatórios e Ficha de Observação	0 (zero) a 5 (cinco) pontos.	Respeito às normas para confecção de trabalhos de pesquisa. Fundamentação teórica adequada. Conhecimento do assunto. Originalidade e adequação da(s) solução (ões) apresentada(s). Atuação em pequenos grupos. Eficiência na comunicação oral e escrita. Resolução criativa de problemas.



Tabela 3 - Grau alcançado pelo aluno correspondente à avaliação GQ3.

Técnicas	Instrumentos	Padrões	Critérios
Análise do relatório escrito e observação durante a apresentação individual do aluno.	Ficha de Avaliação dos Relatórios e Ficha de Observação.	0 (zero) a 10 (dez) pontos.	Fundamentação teórica adequada. Conhecimento do assunto. Originalidade e adequação da(s) solução (ões) apresentada(s). Eficiência na comunicação oral e escrita. Resolução criativa de problemas.

#### 4. AVALIANDO A METODOLOGIA

##### 4.1 A disciplina IEB e as Diretrizes Curriculares Nacionais

Durante os dois primeiros anos em que a disciplina foi oferecida (2004 e 2005), foram coletados depoimentos do professor, de alunos e de coordenadores dos cursos envolvidos com a disciplina. Como resultado dessa pesquisa informal pôde-se depreender, principalmente, o seguinte, quanto aos alunos envolvidos na atividade pedagógica:

1. sentiram-se mais capazes de construir conteúdos interdisciplinares, da maneira mais autônoma possível;
2. ao longo do trabalho, tornou-se evidente uma mudança positiva quanto à atuação dos alunos durante as reuniões. Cada vez se sentiam mais motivados e participativos. Isto pôde ser demonstrado na fase de debates, por meio da qualidade dos relatórios apresentados, e também pela qualidade das apresentações orais dos trabalhos realizados;
3. conduzindo os seus próprios trabalhos, eles sentiram-se mais capazes de gerenciar o curto espaço de tempo disponível para a solução do problema, definindo as tarefas de cada membro do grupo, buscando a informação necessária de maneira adequada, e construindo o seu próprio saber por meio da auto-gestão dos conhecimentos.

Dessa forma, é possível afirmar que a disciplina Introdução à Engenharia Biomédica possibilita desenvolver, no aluno dela egresso, algumas das habilidades e competências gerais, recomendadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia, estabelecidas na Resolução CES No 11 de 11 de março de 2002, relacionadas à comunicação, à atuação em equipes multidisciplinares, ao comportamento profissional ético e responsável e à postura de busca permanente de atualização no campo de atuação, expressas no trecho do referido documento, reproduzido a seguir (BRASIL, 2002 e BRASIL, 2006):

*Art. 4º - A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:*

- :  
VIII - *comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;*
- IX - *atuar em equipes multidisciplinares;*
- X - *compreender e aplicar a ética e responsabilidades profissionais;*
- :

*XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.*

#### 4.2 A disciplina IEB e o Relatório para a UNESCO

**A Vice-Reitoria Acadêmica da UGF, por intermédio da sua Assessoria Pedagógica, vem desenvolvendo alguns projetos para que diretores e professores possam discutir os novos paradigmas educacionais e atuais propostas para a educação superior.**

**Foram realizadas algumas palestras e reuniões de professores, elaborados materiais de auto-aprendizagem e divulgados textos de apoio sobre o tema.**

**Tais iniciativas permitiram chegar-se a alguns conceitos e conclusões muito importantes. Talvez o mais relevante de todos tenha sido o conceito de “profissional competente”, tendo em vista ser impossível planejar e implementar uma atividade pedagógica visando desenvolver competências e habilidades, sem que se tivesse clareza sobre o que é ser um profissional pedagogicamente competente.**

**A partir de então, foi possível também depreender-se que o ensino para o desenvolvimento de competências pressupõe conhecimentos de diversas naturezas e habilidades para a sua permanente atualização, para a sua mobilização visando solucionar situações complexas, além de habilidades intra e interpessoais.**

Com base nesses conceitos pedagógicos acima sintetizados, foi possível identificar os seguintes aspectos positivos alcançados com a implementação da disciplina Introdução à Engenharia Biomédica:

1. quanto ao aprender: discussão dos conteúdos em pequenos e grandes grupos de alunos, em lugar da mera transmissão do conteúdo programático pelo professor;
2. quanto ao aprender a aprender: desenvolvimento de habilidades de pesquisa;
3. quanto ao aprender a ser: desenvolvimento de atitudes éticas e responsáveis;
4. quanto ao aprender a conviver: desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e de comunicação;
5. quanto ao aprender a fazer: desenvolvimento de atividades onde um problema real é proposto. Os alunos pesquisam e propõem a melhor solução;
6. quanto à avaliação: adoção de procedimentos de avaliação durante o processo de aprendizagem, considerando critérios voltados para o aprender, o aprender a aprender, o aprender a ser, o aprender a conviver e o aprender a fazer;
7. quanto ao relacionamento professor/aluno: adoção de uma relação mais igualitária, em que o professor atua como orientador da aprendizagem.

Desse modo, conclui-se que a metodologia de ensino adotada na disciplina Introdução à Engenharia Biomédica encontra-se bem apoiada nos quatro pilares para a Educação, apontados no Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI (Delors, 2000):

*“Aprender a conhecer, isto é adquirir os instrumentos da compreensão, aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente, aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas e finalmente, aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes.”*

## 5. COMPLEMENTANDO E APERFEIÇOANDO AS PROPOSTAS JÁ IMPLANTADAS

A atividade docente deve ser encarada como um processo em constante aperfeiçoamento. Pretende-se complementar e aperfeiçoar as experiências anteriores, sem negar os avanços já alcançados, através da implementação de novas propostas metodológicas. Assim, pretende-se:

1. trabalhar, preferencialmente, a partir da implementação de projetos, de onde deverão surgir as situações problemáticas a serem solucionadas;
2. propor tarefas que mobilizem operações cognitivas, tais como: classificar, seriar, relacionar, analisar, reunir, sintetizar, localizar no tempo e no espaço, representar, provar, transpor, julgar, induzir, deduzir etc.;
3. estimular a busca de informações interdisciplinares em fontes variadas e a construção de conhecimentos novos, por meio de situações teóricas-práticas, valorizando-se, ainda mais, o “aprender fazendo”;
4. dar continuidade à valorização das habilidades de trabalho em equipe, de relacionamento intrapessoal, de pesquisa e de comunicação;
5. adotar técnicas variadas de avaliação do desempenho discente, dando especial relevo à observação em situações do “aprender fazendo” e à comparação feita pelos alunos das propostas de solução por eles mesmos apresentadas;
6. incluir a avaliação entre pares (alunos avaliando alunos), do desempenho docente e a auto-avaliação dos discentes.

### *Agradecimentos*

Agradecemos à Ro e Su Indústria e Comércio Ltda (Advice) pela parceria na implementação do Laboratório de Engenharia Biomédica, usado para apoio nas aulas da disciplina Introdução à Engenharia Biomédica.

Agradecemos, também, à professora Denise Vilaro pela revisão do texto em língua portuguesa e à professora Sabine Mendes pela revisão do texto em língua inglesa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A. A implantação de atividades interdisciplinares num curso de Engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de Janeiro: PUC, 2003, NMT467.

BRASIL, **Diário Oficial da União**, Número 67, 9 de abril de 2002, seção 1, Folhas 1 e 2, 2002.

BRASIL, **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia**. Ministério da Educação e do Desporto. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/136201Engenharia.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2006, 2006.

COPPE/UFRJ, **Informações Gerais: O que é Engenharia Biomédica**. Programa de Engenharia Biomédica – PEB - COPPE/UFRJ. Disponível em <http://www.peb.ufrj.br>. Acesso em 10 de abril de 2006.

DELORS, J., **Educação: um tesouro a descobrir**. Brasília: MEC - UNESCO, 2000.

DUARTE, M. A., TEIXEIRA, N. G., AMORIM, A. A. M. Em busca de alternativas metodológicas para a disciplina Materiais Elétricos do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Gama Filho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 31, 2003, Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de Janeiro: PUC, 2003, NMT922.

MAINES, A. Interdisciplinaridade e o ensino de Engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29, 2001, Porto Alegre, **Anais**, Porto Alegre: PUCRS, 2001, FCU p. 39 a 44.

VERAS, L. R. V., VIZIOLI, S. H. T. A iniciação científica interdisciplinar como contribuição para a formação acadêmica do aluno. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33, 2005, Campina Grande, **Anais**, Campina Grande: UFCG, 2005.

### **INTRODUCING TO THE BIOMEDICAL ENGINEERING: AN INTERDISCIPLINARY DISCIPLINE TO TEACH IN THE EXACTS SCIENCE AND HEALTH SCIENCE GRADUATION AREAS**

***Abstracts:** The universal elective discipline Introduction to Biomedical Engineering has been created aiming at the implementation of an interdisciplinary teaching model in the Exact and Health Science areas at Gama Filho University. During the first five semesters following its creation, students from the Electric Engineering, Civil Engineering, Science of Computing, Physiotherapy, Medicine, Nursery and Pharmacy graduation programmes have enrolled in it. This article intends to report on the discipline's teaching methodology, presenting classroom experiences, and concluding on the achieved gains due to its inclusion in the matrixes of Gama Filho University graduation curriculum.*

***Key-words:** Biomedical Engineering, Interdisciplinary, Teach, Engineering.*