



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

INICIATIVAS NA CONSTRUÇÃO DE UM NOVO MODELO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM ENGENHARIA NA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP E NA FACULDADE DE ENGENHARIA DA FSA

Vanilse da Silva Araujo Manini - vanilse@fsa.br

Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André (FAENG – FSA)
Av. Príncipe de Gales, 821, Bairro Príncipe de Gales Santo André - SP
CEP 09060-650 - Santo André – SP

Helio Dias – heliodia@if.usp.br

Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP)
Rua do Matão, Trav. R, 187
CEP 05315-970 - Caixa Postal 6631 - São Paulo

Resumo: *Durante o século passado, a humanidade testemunhou uma enorme revolução científica e tecnológica que modificou vários aspectos da vida humana: a Era da Microeletrônica. Esse extraordinário desenvolvimento esteve alicerçado sobre o conjunto de conhecimentos que compõe a chamada Física Moderna. Apesar disso, projeta-se que o conhecimento gerado pela Física Moderna e Contemporânea será responsável, no início deste século e nas próximas décadas pela maior revolução da História: a Era da Nanociência e Nanotecnologia, com grande impacto nas áreas de eletrônica, computação, materiais, bioquímica dentre muitas outras. Tais fatos exigem a formação de engenheiros capazes de aprenderem e atualizarem-se constantemente, aptos a se adequarem nesse ambiente de intensa produção científica e tecnológica, através de uma atuação inovadora e autônoma. No entanto, verificamos que ainda há grande descompasso entre esta realidade e a realidade da educação superior em ciências e engenharia. Tal situação contribui para a frustração dos alunos com as disciplinas de Física. A formação básica sólida, contextualizada e atualizada coloca-se como fundamento estável da edificação da tecnologia moderna e contemporânea, justificando um núcleo básico forte. As disciplinas ditas profissionalizantes devem estar calcadas em torno desse núcleo básico, demandando uma mudança não só nas disciplinas básicas mas também na apresentação e estrutura das disciplinas profissionalizantes. Para que a postura que se espera do egresso seja levada a efeito, as instituições públicas e privadas devem assumir parcela de responsabilidade nesse processo de educação continuada, não somente através de formação instrucional sólida e atualizada, mas também criando ambientes propícios à formação de competências, o que tem sido preocupação na Escola Politécnica da USP (EPUSP) e na Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André (FAENG-FSA), conforme abordaremos neste artigo.*

Palavras-chave: *Competências, Física Moderna, Reforma Curricular*

1. INTRODUÇÃO

No começo do século XX, deu-se início a uma extraordinária revolução na Física com o desenvolvimento da Física Quântica e da Teoria da Relatividade que compõem basicamente o que se denomina Física Moderna (FM). Esse conhecimento deu origem a enormes inovações de grande impacto tecnológico. Podemos afirmar que o desenvolvimento tecnológico do século passado, do início deste século e, certamente, das próximas décadas estará alicerçado sobre este conhecimento científico. Durante o século passado, a FM possibilitou o entendimento do comportamento dos semicondutores, que deu origem ao desenvolvimento de vários dispositivos, dentre eles, os transistores. Essa foi a *Era da Microeletrônica*, marcada também pela tecnologia do laser e daí as fibras ópticas, da Física Nuclear, da Química, da Bioquímica, dentre outros.

Apesar do intenso avanço tecnológico vivido no século passado, projeta-se que, nesse início de século e nas próximas décadas, a humanidade passará pela maior revolução de todos os tempos: a *Era da Nanociência e Nanotecnologia*. Estima-se que essa nova era, que se inicia baseada essencialmente na Física Moderna e Contemporânea (FMC) e de impacto em diversas áreas do conhecimento, gere cerca de US\$ 1.000.000.000 por ano na próxima década, conforme LEITE (2003). Tais fatos exigem a formação de cientistas e engenheiros aptos a se adequarem e atuarem nesse ambiente de intensa produção científica e tecnológica. No entanto, verificamos que ainda existe um descompasso entre essa realidade e a realidade da educação superior em ciências e engenharia, o que demanda uma ação urgente, conforme apontado por CHAVES e SHELLARD (2005). Essas questões têm sido objeto de estudo no exterior conforme publicações no *Journal of Physics Teacher Education*, *Journal of Engineering Education*, *International Journal of Engineering Education*, dentre outras. No Brasil também verificamos essa preocupação em publicações em revistas como a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, a revista da ABENGE (Associação Brasileira para o Ensino de Engenharia) e participações de vários autores no COBENGE (Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Destaca-se a ação da Sociedade Brasileira de Física, SBF, que reuniu o esforço de vários pesquisadores para a publicação do livro “Física para o Brasil” (2005 – Ano Mundial da Física) que, dentre outros temas relevantes, aborda a questão da formação de pessoal qualificado para o desenvolvimento científico e tecnológico. Esta ação, de grande importância para a formação e difusão de uma nova cultura científica e tecnológica, levou também ao desenvolvimento da série de livros intitulada “Temas Atuais da Física”.

No entanto, a seleção e a forma de introdução de tópicos de FMC é assunto controverso conforme CAVALCANTE (1998).

2. ASPECTOS HISTÓRICOS E CONTEXTUAIS

2.1. A evolução científica do século XX: a Física Moderna (FM)

No início do século XX foi necessária uma verdadeira revolução na Física para a solução de algumas questões em aberto: a radiação de corpo negro, o efeito fotoelétrico e o espectro de emissão-absorção atômicos.

As necessidades de aprimoramento tecnológico às vezes impulsionam o desenvolvimento científico e às vezes ocorre o processo inverso. Foi assim, que o problema de medição da temperatura em autofornos, devido ao desenvolvimento da indústria siderúrgica na Alemanha, levou à identificação e solução do problema de radiação de corpo negro, através da quantização da energia de Planck, corroborada, mais tarde, pela teoria corpuscular da luz de Einstein para a explicação do efeito fotoelétrico. Posteriormente a teoria da quantização chega

ao nível atômico, explicando magnificamente os, até então misteriosos, espectros de radiação. Daí em diante, a teoria quântica é formulada matematicamente em dois cenários distintos por Heisenberg e Schrodinger. O princípio da incerteza, deduzido teoricamente e verificado experimentalmente, põe em cheque o determinismo clássico e desafia o senso comum. Até mesmo grandes expoentes da física, como Einstein, expressam sua insatisfação com o comportamento indeterminista da natureza quântica, através de sua célebre frase: “Deus não joga dados”.

No entanto, apesar da interpretação da Mecânica Quântica (MQ) ser assunto complexo e controverso, é irrefutável o seu extraordinário sucesso na explicação de fenômenos microscópicos. A MQ, considerada por muitos a mais bem sucedida teoria física de todos os tempos, deu origem ao entendimento da estrutura atômica da matéria e das ligações químicas, da física nuclear, do funcionamento do laser e raios X, dentre outros feitos. Por outro lado, a Teoria da Relatividade de Einstein mudou drasticamente a concepção sobre tempo e espaço. Posteriormente uma segunda formulação da MQ, por Dirac, inclui os efeitos da relatividade restrita. E daí por diante, vemos o surgimento da teoria de campos, da cromodinâmica quântica e outras teorias.

Toda esta formulação “abstrata” da FMC começou a ser transformada em tecnologia principalmente a partir da segunda metade do século passado. Podemos ver que, rapidamente, os horizontes e perspectivas abertos pela FM ficaram bem além de suas aspirações e motivações iniciais. Assim, foi possível a Era da Microeletrônica. O entendimento do comportamento semicondutor possibilitou a descoberta do transistor, base da eletrônica contemporânea. A descoberta e entendimento do laser revolucionou as telecomunicações, através das fibras óticas. Com o tempo, os transistores dos chips de computador têm-se tornado cada vez menores e futuramente atingirão dimensões atômicas, o que acarretará em profunda mudança de paradigma na ciência e engenharia de computação. Nessa área os fenômenos quânticos contribuirão para o aumento da velocidade de processamento e também terão aplicações formidáveis em criptografia.

A MQ aplicada à bioquímica levou à descoberta da estrutura do código da vida, o DNA, destacando-se a influência de Schrodinger sobre o pensamento de Crick (WHITE (2003)), ao mapeamento do genoma de várias espécies e até à clonagem.

O anseio de vislumbrar o que há dentro do universo do microscópico levou ao desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia, com aplicações ainda mais amplas e inovadoras. Está previsto um gigantesco avanço na área de ciência e engenharia de materiais, resultando na possibilidade de obtenção de materiais com propriedades que poderão ser cada vez mais específicas, o que terá aplicação direta em diversos setores industriais e na farmacologia, por exemplo. Indústrias automobilísticas da região do ABC em São Paulo, inclusive, já utilizam a nanotecnologia para a pintura de seus produtos (FARIAS, 2005).

Tais fatos, por si, já justificam a inclusão e o destaque da FMC no ensino de física na educação superior em ciências e principalmente em engenharia.

2.2. A evolução dos textos dos livros didáticos

A grande maioria dos livros didáticos tradicionalmente usados no ensino de física para engenharia têm acompanhado a evolução do conhecimento, sendo reeditados várias vezes nas últimas décadas, incorporando, em seus textos e exercícios, situações pertinentes à realidade de cada momento. Um estudo mais detalhado sobre esse assunto está sendo realizado pelos autores e será, em breve, publicado.

2.3. As novas tecnologias e o ensino de física

O uso do computador, já presente e amplamente utilizado no cotidiano, poderá servir como elemento facilitador e motivador na aprendizagem de conteúdos e no processo de aprender a aprender. Sua utilização em modelagens matemáticas para cálculos numéricos, simulações do tipo experiências virtuais, demonstrações ou no auxílio de atividades de laboratório pode contribuir significativamente para o aprendizado, além de funcionar como elemento integrador em projetos temáticos interdisciplinares que contribuem para a formação ampla e generalista de cientistas e engenheiros (KASHY, SHERRIL et al (1993), KASHY, GAFF et al (1995), THOENNESSEN, HARRISON (1996), KORTEMAYER, BAUER et al (1996)).

Após todas essas considerações, parece ser óbvio que introduzir um conteúdo atual como a FMC, com textos didáticos apropriados e modernas tecnologias de ensino, não é tarefa impossível nem tampouco prescindível. Porém, diante dessa questão, existem problemáticas que abordaremos a seguir.

3. O ALUNO DO ENSINO SUPERIOR É “CAPAZ” DA FÍSICA MODERNA ?

Existe um forte paradigma dentro de parte do próprio corpo docente quanto à “capacidade” do aluno de aprender sobre FMC. Colocam-se alguns questionamentos do tipo: “Se o aluno não consegue nem entender a Física Clássica tão claramente presente em seu cotidiano, como poderemos lhe falar sobre a Física Moderna, tão paradoxal e longe de sua percepção cotidiana?”. Acreditamos que essa forma de pensar subestima a capacidade do aluno de maravilhar-se e questionar-se quanto à natureza quântica indeterminista dos fenômenos. Tal posicionamento do corpo docente, talvez, em parte, ocorra devido a uma tradicional e ultrapassada forma de pensar o processo ensino-aprendizagem: o professor transmite o conhecimento ao receptor, o aluno, que os aceita como verdades absolutas e acabadas. Esse processo parece cômodo para ambas as partes e caracteriza a “ingestão do conhecimento”, dando ao aluno a tal “bagagem conceitual ” (BRINGHENTI (1993)). Acontece que como disse Feymann: “Quem não ficar pasmado com a Mecânica Quântica é porque não a entendeu!”. Assim existe um desconforto inerente ao estudo da MQ, que muito provavelmente, ao desafiar o senso comum, “mexe com o aluno”, podendo provocar naturalmente indagações e levando a uma postura mais participativa. Do mesmo modo parece desconfortável pensar no tempo sempre absoluto de Galileo e Newton, como sendo dependente do observador na Teoria da Relatividade. É mais fácil, porém menos intrigante, para ambas as partes, professores e alunos, deslizar um bloco sobre um plano inclinado, colocar um corpo rígido em rotação, descarregar um capacitor do que falar sobre a dualidade onda-partícula.

No entanto, esse conhecimento foi basilar para o desenvolvimento tecnológico do século XX e será responsável pela nova e mais revolucionária era da vida humana: a “Era da Nanociência e da Nanotecnologia”, segundo PÓVOA (2003).

Verificamos que, independente do perfil do aluno das áreas de ciências e engenharia, seja ele de universidade pública ou privada, ele apresenta grande curiosidade e interesse por tais assuntos da FMC, hoje difundidos através de “best-sellers” escritos por renomados cientistas, revistas de divulgação científica e da Internet. Todo esse conhecimento científico, além de sustentar tamanha revolução tecnológica amplamente utilizada e conhecida, teve início há mais de um século, não sendo mais tão “moderno” assim. Porém, o mais espantoso e grave, é a existência de um descompasso importante entre a realidade de rápida evolução científico-tecnológica e a incorporação desse conhecimento no ensino de física na educação superior,

conforme apontam CHAVES e SHELLARD (2005-Ano Mundial da Física). Essa situação contribui grandemente para a frustração do aluno com as disciplinas de física.

Outro aspecto que nos chama a atenção, é que a falta de um estudo adequado sobre a FMC nas disciplinas básicas de física, conduz o aluno a uma visão compartimentada dos fenômenos quânticos (que para o aluno, na maioria dos casos, não está claro nem mesmo que sejam quânticos) no decurso de outras disciplinas básicas e profissionalizantes, conforme pudemos observar com alunos da Escola Politécnica da USP, EPUSP, e recentemente com alunos da Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André, FAENG-FSA, que temos acompanhado. O aluno, em geral, é incapaz de relacionar o conhecimento da teoria dos orbitais, das distribuições eletrônicas e das ligações químicas, vistas nas disciplinas de química com a teoria de condução de estranhos buracos e elétrons num semicondutor nas disciplinas de eletricidade, por exemplo. Não fazendo essas conexões o aluno adquire uma visão restrita dos fenômenos, encarando o conhecimento como sendo um conjunto de regras ad-hoc, ficando longe de conseguir uma formação generalista e ampla que se espera.

Por outro lado, verificamos que a inserção de tópicos de FMC, além de imprescindível, funciona como fator de motivação por si mesma, tanto para professores como para alunos. Enfatizar a FMC em disciplinas básicas poderá conduzir ao sacrifício de alguns conteúdos da Física Clássica, o que alguns entendem como um verdadeiro sacrilégio e na EPUSP foi possível através de uma reestruturação de algumas disciplinas.

A introdução de importantes tópicos da física moderna vem ocorrendo nos cursos de engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Este conteúdo é apresentado na disciplina Física para Engenharia II, em que se trata dos conceitos da Teoria da Relatividade Restrita e na disciplina Física para Engenharia IV, em que se trata a Física Quântica e Física Atômica.

A introdução dos conceitos da Teoria da Relatividade foi possível graças a uma reestruturação da grade curricular da Escola Politécnica que absorveu os temas da Termodinâmica, Máquinas Térmicas e Mecânica dos Fluidos em outras disciplinas de sua grade.

Nossa experiência com a aplicação da Teoria da Relatividade tem sido muito gratificante em vista do alto interesse e motivação que tem despertado junto aos alunos do curso.

Os conceitos de dilatação do tempo e contração do espaço têm fascinado os alunos, gerando grande participação nas aulas. Ao longo desses últimos anos, sem dúvida, é o tema, dentre as disciplinas da física, que tem gerado maior interesse durante os dois primeiros semestres do curso de engenharia na Escola Politécnica da USP.

4. EM BUSCA DE NOVOS MODELOS EDUCACIONAIS

4.1. Mudança conceitual: da ênfase clássica para a moderna

A FMC constituiu-se num conjunto de conhecimentos basilares para as mudanças tecnológicas do século XX e do século XXI, que modificaram e modificarão ainda mais drasticamente vários aspectos da vida humana. Tal fato exige que o conhecimento científico e tecnológico tenha como substrato as conquistas do século XX. Dessa forma, de fato, esse conhecimento se torna significativo para o aluno, que vê a conexão entre a física (suas leis e modelos) e suas aplicações tecnológicas, respondendo simultaneamente à curiosidade dos futuros cientistas e ao pragmatismo característico dos engenheiros. Não se pode omitir ou negligenciar esses fatos, sendo, portanto, imperiosa a inclusão e com o devido destaque dos conhecimentos da FMC na formação de cientistas e engenheiros.

A “escola tradicional”, pensando no conhecimento de forma compartimentada: Eletromagnetismo, Mecânica, Cálculo, Álgebra Linear, etc., forma egressos cada vez mais

especializados e capazes de enxergar apenas aspectos restritos da realidade conforme SILVEIRA (1995). Certamente, o profissional formado hoje em engenharia ou ciências enfrentará, durante sua carreira profissional, problemas que não estudou na universidade e que não são meras repetições de exercícios acadêmicos e para os quais não há solução imediata. Isso poderá ocorrer independente da quantidade de informações que o aluno recebeu durante sua formação universitária. A rápida e constante evolução tecnológica obriga o profissional a um aprendizado e atualização constantes. Assim, faz-se necessário que a universidade esteja preocupada em preparar seus egressos para uma futura atuação autônoma em relação aos desafios tecnológicos emergentes. Essa atuação autônoma exige iniciativa do próprio profissional que é o maior responsável por sua própria aprendizagem, sendo gestor de seus próprios conhecimentos e capaz de aprender e atualizar-se constantemente.

Para que a postura desejada do egresso seja levada a efeito, é necessário que a missão da universidade esteja alinhada com a formação de competências e que a universidade se empenhe em propiciar um ambiente acadêmico dentro do qual o aluno aprenda a aprender, segundo PINHEIRO e BURINI. Esse aspecto nos remeterá a uma mudança metodológica significativa que trataremos adiante. Cabe ao corpo docente o desafio de compatibilizar a questão do tempo versus aprofundamento do conteúdo, uma vez que é impossível formar um profissional que saiba tudo sobre tudo. Esta questão, inclusive, tem levado professores da Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André a atuarem na área de educação em engenharia.

Dentre as disciplinas básicas destacamos a Física, que apesar de ser uma disciplina de serviço nos cursos de Engenharia, pode, na verdade, ser ferramenta importante para a atuação e adaptação do futuro profissional no ambiente de trabalho. Isso porque a formação básica sólida e contextualizada em física (e em especial em Física Moderna) são os fundamentos estáveis da edificação da tecnologia moderna e contemporânea e jamais se tornarão obsoletas ou ultrapassadas, o que justifica um núcleo básico forte. A concepção de que o curso de engenharia começa apenas após as disciplinas básicas (ou ciclo básico), quando se iniciam as disciplinas profissionalizantes precisa ser derrubada, conforme PÓVOA (2003).

Nesse contexto, as disciplinas ditas profissionalizantes estão calcadas sobre esse núcleo de conhecimentos básicos, tornando-os, de fato significativos nas suas aplicações. Assim, torna-se necessária uma mudança não apenas no chamado “ciclo básico”, ou no conjunto de disciplinas básicas, mas também uma mudança importante na apresentação das disciplinas profissionalizantes. As disciplinas profissionalizantes deverão focar a aplicação dos conceitos fundamentais, referindo-se explicitamente a eles e não se utilizar de um conhecimento lacrado em pacotes prontos, que embora tenha permitido num determinado momento uma rápida evolução tecnológica, formando especialistas, não é no contexto atual capaz de formar um profissional multiespecialista de visão interdisciplinar, capaz de incorporar as novas tecnologias, enfrentando os desafios da nova era.

Principalmente nos cursos clássicos de engenharia oferecidos na EPUSP e na FAENG-FSA, é impossível pensar que a universidade possa formar um profissional pronto e acabado para o mercado de trabalho. A formação de lideranças e de profissionais de espírito investigativo, autoconfiantes e criativos depende de sólido núcleo de formação básica e de uma educação que também se preocupe com a formação de competências. Nesse sentido, algumas mudanças metodológicas tomaram lugar de antigas práticas docentes nessas instituições.

4.2. Mudança metodológica

Num mundo que caminha para a globalização e onde a evolução científica exige a participação de físicos, químicos, matemáticos, biólogos e engenheiros, trabalhando em

equipe, a metodologia do processo ensino-aprendizagem deve mudar o foco, o qual se desloca do professor para o aluno. A educação aparece naturalmente centrada no principal produto do sistema universitário: o aluno. A proposição de atividades participativas, que privilegiem o trabalho em equipe, permitem que a física possa ser descoberta como objeto em construção e não como conhecimento definitivo e acabado, expresso por “fórmulas” magicamente concebidas, conforme CHAVES e SHELLARD (2005).

Uma iniciativa tomada nesse sentido na Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André foi a de abolirmos os “roteiros” em algumas atividades de laboratório de Física II, que eram vistos por grande parte dos alunos como uma mera “reprodução mecânica” de uma seqüência bem definida de procedimentos que deviam ser seguidos à risca. Os alunos não se preocupavam em entender a natureza do fenômeno estudado, de fato, não sabiam bem e não viam utilidade alguma no que estavam fazendo, voltando suas atenções exclusivamente para a obtenção das “notas” nos relatórios e incapazes de redigir devidamente o resumo e a conclusão do experimento. Foi abraçada pelo colegiado da Física a proposta de apresentarmos aos alunos uma situação-problema em algumas aulas de laboratório que permitissem aos alunos selecionar diferentes formas de solução e modelagem. Ao final da aula, o professor passou a recolher as diferentes soluções, apresentando-as aos alunos. Dessa forma, os alunos tiveram oportunidade de discutir, analisar, comparar e criticar a proposta de sua equipe e das demais equipes, surgindo vários debates interdisciplinares. Essa conduta já era praticada com sucesso nos laboratórios de Física da Faculdade de Ciências e Letras da Fundação Santo André em cursos de licenciatura e bacharelado em Química, Física e Biologia. A nossa verificação de que os alunos se envolviam mais pelas atividades, apresentando soluções criativas e tendo inclusive a oportunidade de aprender com os próprios erros, é um dado que corrobora com a hipótese de que atividades mais participativas e interativas funcionam como fator de motivação, fortalecendo a capacidade dos alunos de investigar, testar hipóteses e modelos e trabalhar em equipe.

Nesse contexto, se inserem outras questões como a modelagem matemática e a interdisciplinaridade, conforme trabalhos de SÁNCHEZ-PÉREZ, GARCÍA-RAFFI et al (1999), realizados em disciplinas de física. A proposição de situações-problema, que não sejam mera repetição de “exercícios típicos” de livros didáticos, possibilitam, sem que se pense na natureza do fenômeno, encontrar relações entre as grandezas envolvidas. Assim é possível a compreensão da fenomenologia. Porém é importante que não se identifique e nem se reduza a Física ao mero modelamento matemático. Essa confusão é bastante comum por parte do aluno, quando se faz esse tipo de abordagem. Em práticas de laboratório, dados obtidos experimentalmente e relativos a determinado fenômeno ou a determinado tipo de interação podem ser ajustados matematicamente por diversas funções: exponencial, polinomial etc. Se não nos preocupamos com a natureza da interação, mas apenas com o resultado matemático do ajuste estamos fazendo meramente uma modelagem matemática, que poderá ter grande utilidade principalmente quando a natureza da interação é desconhecida ou muito complexa. Mas a Física se ocupa também essencialmente na identificação e no estudo das interações básicas entre cada componente particular do sistema de onde devem derivar as chamadas Leis da Física, o que é um ponto que é necessário sempre clarificar aos alunos. Porém em sistemas complexos essa abordagem se torna inviável, cabendo uma abordagem fenomenológica.

Da mesma forma, projetos interdisciplinares permitem a articulação de diversas áreas do conhecimento, aproximando cientistas (físicos, químicos, matemáticos etc.), que atuam nas disciplinas básicas e engenheiros, que atuam principalmente nas disciplinas profissionalizantes. Essa perspectiva pluralista de inovação e diversificação exige constante revisão e integração curricular, baseadas no diálogo e interação constantes entre os membros do corpo docente, entre os membros do corpo discente e destes com aqueles. Quando se fala

em projetos interdisciplinares, não se está fazendo a apologia de um ensino utilitarista e excessivamente profissionalizante. Sabemos que a formação de cientistas e engenheiros deve ser generalista e que grande parte das tecnologias surgiu através de conhecimentos científicos com motivações iniciais que não tiveram qualquer conexão com suas atuais aplicações tecnológicas. De modo que não se pode oferecer uma visão restrita ao estudante. Essa preocupação também tem sido objeto de estudo e ação de parte do corpo docente da Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André, viabilizando projetos interdisciplinares mesmo em disciplinas básicas.

Como praticamente tudo em educação, tais mudanças levarão tempo para se efetivarem. Tempo para que os professores e alunos se permitam um novo olhar, diferente do tradicional e do “clássico” sobre o processo de ensino-aprendizagem e tempo para a concepção prática, efetivação e avaliação de resultados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A humanidade testemunhou, durante o século passado, o grande avanço da microtecnologia, proporcionado pelo conhecimento do universo microscópico, fundamentado na Física Moderna (FM). O conhecimento gerado pela Física Moderna e Contemporânea (FMC) deverá ser responsável pela maior revolução científico-tecnológica da História. Estamos vivendo o início da Era da Nanociência e Nanotecnologia, que terá grande impacto na área de materiais, bioquímica, farmácia, eletrônica, computação dentre muitas outras.

Embora todos esses avanços tecnológicos do passado, presente e do futuro próximo estejam assentados sobre a FMC, a educação superior em ciências e engenharia continua a enfatizar as teorias clássicas, sem incorporar com o devido destaque ou simplesmente omitindo o estudo de tópicos da FMC de acordo com CHAVES e SHELLARD (2005).

Esse descompasso entre a realidade e a educação superior requer uma reformulação urgente de conteúdo curricular.

Devido à rapidez da evolução tecnológica, deparamo-nos com a impossibilidade de se contemplar tudo sobre tudo o que há em ciência e tecnologia durante o período de quatro a seis anos de formação superior. Assim, um núcleo conceitual básico sólido e atual, principalmente em disciplinas básicas como a Física, funciona como elemento facilitador do processo de atuação e atualização profissional.

As disciplinas profissionalizantes também devem rever sua estrutura, de forma a valorizar e explicitar a utilização de conceitos físicos na solução de problemas, deixando de lado o modelo do conhecimento lacrado em pacotes prontos.

A atuação participativa e renovadora do corpo docente e a contrapartida da curiosidade científica do corpo discente em aprender o que é mais desafiador e atual, juntamente com ações institucionais propiciadoras de ambiente adequado para um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, acreditamos serem as premissas para o sucesso na educação em engenharia. De modo que os profissionais egressos desse novo sistema poderão ter uma ação mais inovadora e autônoma numa era de intensa produção científica e tecnológica.

As universidades públicas e privadas assumem uma parcela de responsabilidade sobre esse processo de educação continuada, não somente através de formação instrucional adequada e atualizada, mas também criando ambientes propícios à formação de competências.

Nesse contexto, projetos integradores interdisciplinares, a modelagem matemática, a utilização de recursos computacionais e de hipermídia como ferramenta de apoio, contribuem favoravelmente.

No entanto, as renovações normalmente são lentas, mas o risco de manter o status quo frente às necessidades de nosso tempo é ainda maior que o risco de mudar. Para mudar é necessário, em primeiro lugar, tomar consciência do descompasso entre a educação e a

realidade científico-tecnológica e despertar para novos horizontes que nos remetem a mudanças conceituais e metodológicas mais profundas.

Gradativamente a EPUSP e a FAENG-FSA tem colocado seus esforços também no sentido de empreender esta difícil e imprescindível tarefa.

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer o apoio recebido pelo Instituto de Física da USP e pela Escola Politécnica da USP. A autora V. Araujo deseja agradecer o apoio da Faculdade de Engenharia da FSA e da Profa. Dra. Marina Nielsen do Instituto de Física da USP e integrante da Comissão da Física para o Brasil da Sociedade Brasileira de Física, por seu apoio e atenção ao discutir conosco os resultados dessa Comissão, que reuniu-se com engenheiros e várias autoridades do Governo Federal durante o período de 2003 a 2004 e resultou na publicação do livro Física para o Brasil: pensando o futuro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRINGHENTI, I.. O Ensino na Escola Politécnica da USP: Fundamentos para o Ensino de Engenharia. **EPUSP**, São Paulo, 1993.

CAVALCANTE, M. H.. O Ensino de uma Nova Física e o Exercício da Cidadania. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, vol 21, p. 550-551, 1998.

CHAVES, A. e SHELLARD, R. C.. Física para o Brasil : pensando o futuro. **Sociedade Brasileira de Física**. São Paulo, p. 222, 2005.

FARIAS, L.. Setor automotivo desperta para a nanotecnologia. **Diário do Grande ABC**, 21/08/2005.

KASHY, E.; GAFF S. J.; PAWLEY N. H.; STRETCH, W. L.; WOLFE, S. L.; MORRISSEY D. J. and TSAI, Y.. Conceptual Questions in Computer-Assisted Assignments. **Am. J. Phys.** 63(11), p. 1000-1005, 1995.

KASHY, E. ; SHERRILL, B. M.; TSAI, Y.; THALER, D.; WEINSHANK, D.; ENGELMANN, M. and MORRISEY, D. J.. CAPA, an integrated computer assisted personalized assignment system. **Am. J. Phys.**, 61 (12), p. 1124-1130, 1993.

KORTEMAYER, G.; BAUER, W.; KASHY, D.; KASHY E. and SPEIER, C.. The Learning Online Network with CAPA Initiative. **IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings**, vol. 31, p. 1003, 2000.

LEITE, R. C.. Sucateamento da ciência brasileira. **Folha de São Paulo**, 04/04/2003.

PINHEIRO, A. C. da F. B.; BURINI, E.R. Vieira. O ensino por competências como metodologia didática para o aprendizado baseado em problemas. **Momento do Professor**. São Paulo, ano 1, n.5, p. 28-37, primavera 2004.

PÓVOA, J. M.. A Engenharia Física e a Inovação Tecnológica Regional. In: COBENGE, 2003 – disponível na Internet via: www.eng-fis.df.ufscar.br/Publicações/cobenge2003_1.htm.

SÁNCHEZ-PÉREZ, E. A.; GARCÍA-RAFFI, L. M.; SÁNCHEZ-PÉREZ, J.V.. Introducción de las técnicas de modernización párale estudio de la física y las matemáticas en los primeros cursos de las carreras técnicas. **Enseñanza de las Ciencias** 17(1), p. 119-129, 1999.

SILVEIRA, M. H.. Saber: Um Conceito Relativo. **Revista de graduação da UFRJ**, Rio de Janeiro, ano 1, n 1, p. 4-8, 1995.

THOENNESSEN, M. and HARRISSON, M. J.. Computer-Assisted Assignments in a Large Physics Class, **Computers Educ.** 27, 141, 1996.

WHITE, M.. **Rivalidades Produtivas**. Rio de Janeiro: ed. Record, p. 319, 2003.

INITIATIVES IN BUILDING A NEW MODEL FOR THE PHYSICS TEACHING IN ENGINEERING AT ESCOLA POLITÉCNICA - USP AND FACULDADE DE ENGENHARIA - FSA

Abstract: *Last century, humanity witnessed a huge technologic and scientific revolution that changed many aspects of human life: the Microelectronics Age. This extraordinary development was based on a set of knowledge and findings that are known as Modern Physics. In spite of that, we estimate that the knowledge generated by Contemporaneous and Modern Physics will be the responsible, in the beginning of this century and for the next decades, for the biggest revolution in History ever seen: the Nanoscience and Nanotechnology Age, with big impact on the electronics, computing and material and biochemical areas, among so many others. Such facts demand the formation of engineers, with the capacity of learning and constant self-updating, capable of adapting to this intense scientific and technological production environment, by acting with autonomy and innovation. However, we see that there is a big gap between this reality and that of the sciences and engineering. Such situation contributes to make students feel frustrated in relation to Physics disciplines. The solid basic, contextualized and updated formation is the foundation of the modern and contemporaneous technology edification, justifying a strong basic nucleus. The professionalizing disciplines must be based on this basic nucleus, demanding a change not only in the basic disciplines but also in the presentation and structure of the professionalizing disciplines. So that the expected posture is taken to effect, the public and private institutions must take on a portion of the responsibility in this continued education process, not only by a solid and updated instructional background, but also by creating favorable environments to competence formation, what is already a preoccupation in the Escola Politécnica of São Paulo University (EPUSP) and in the Faculdade de Engenharia of Santo André Foundation (FAENG-FSA), as we will take approach in this article.*

Key Words: *Competences, Modern Physics, Curricular Reform*