



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFMG-UFPE

ENSAIOS DE DEMONSTRAÇÃO EM LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA E O APRENDIZADO DA FÍSICA

Rosa C O Lima – rosinha3000@yahoo.com.br
Universidade Federal de Campina Grande, Curso de Engenharia Civil.
Avenida Aprígio Veloso – 882 Bodocongó
58109-970 – Campina Grande - PB

Rodrigo M P Chagas – rmpchagas@hotmail.com
Luiz C S Q Junior – luiz_lcsqj@hotmail.com
Tiago C Leite - tiagotcl@yahoo.com.br
Uian S Gorgonio - solgorgonio@bol.com.br
Ronaldo M Roncon - rmroncon@yahoo.com.br
Agamenon V Lima - agamenonviana.lima@bol.com.br
Harley J O Silva - harley@df.ufcg.edu.br
João T N Agra – joao@df.ufcg.edu.br

***Resumo:** Neste trabalho são examinadas algumas possibilidades de uso de ensaios e experimentos, normalmente realizados em laboratórios didáticos e de pesquisa em engenharia, como demonstrações para alunos de semestres iniciais da graduação. O trabalho começa com uma descrição do ensino da Física Elementar na escola básica, e da Física Geral na universidade em nossa região, e das dificuldades de alunos de engenharia com o aprendizado destes conhecimentos. Em seguida, mostra-se como este ensino é oferecido atualmente pelo Departamento de Física para alunos de engenharia no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal de Campina Grande (UFMG). Ultrapassando as fronteiras das disciplinas de Física Geral e Física Experimental, vê-se adiante as potencialidades de uso como demonstrações de alguns ensaios e experimentos existentes nos laboratórios de Solos, Hidráulica, e Estruturas da Engenharia Civil, do laboratório de Instrumentação Eletrônica e Circuitos da Engenharia Elétrica, e dos laboratórios de Materiais com Memória de Forma, e Calor e Fluidos da Engenharia Mecânica. Uma breve avaliação destas possibilidades é apresentada no final do trabalho.*

Palavras-chaves: Ensino de Engenharia, Ensino de Física, Física Aplicada.

1. INTRODUÇÃO

Os cursos de engenharia no Brasil têm sido criados para oferecer uma sólida formação técnico-científica e profissional geral, capacitando os egressos para compreender e desenvolver novas tecnologias, resolver problemas de modo crítico e criativo, levando em conta aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais, e culturais, atendendo às demandas da sociedade com ética e visão humanística. É o que preconizam as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia do MEC / CNE / CES (2001).

A sólida formação dos engenheiros esperada de nossas universidades começa com um biênio inicial dedicado principalmente ao estudo das ciências da natureza – Física, Química, e Biologia – e da Matemática. Neste biênio, o total de horas de aula e de estudo de Física e Matemática é muito superior ao tempo dedicado a todas as outras disciplinas.

Este começo é crítico para alunos com lacunas de formação típicas do Ensino Médio possível em nossa região, da qual vêm as maiores partes dos alunos que ingressam na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG a cada ano. São abundantes as estatísticas que descrevem este quadro. BORGES e AGUIAR NETO (2000), por exemplo, relatam a necessidade de:

“... quebrar o atual círculo vicioso da graduação. Por esse círculo vicioso entendem-se os altos índices de reprovação, que implicam uma desmotivação acentuada dos estudantes de graduação, que por sua vez repercute no elevado número de evasões, causando nas instituições públicas um desperdício do recurso público, sendo taxadas como de baixa eficiência pelo próprio MEC.”

Compreender as origens e as amarras que sustentam este círculo vicioso é preciso.

Este trabalho descreve o ensino e o aprendizado da Física nas escolas de nível básico – fundamental e médio –, e no biênio inicial de cursos de engenharia. Espera-se que este aprendizado fomente a capacidade dos futuros engenheiros para compreender e desenvolver novas tecnologias de modo criativo e crítico, tecnologias fundamentadas, sobretudo na Física desenvolvida nos últimos três séculos por Newton, Joule, Maxwell, e Einstein, entre outros.

Inicialmente é verificado que as escolas de nossa região priorizam a preparação de alunos para o vestibular, tornando o ensino das ciências e da Física desinteressante para os alunos, adolescentes inquietos e curiosos. Na universidade, as prioridades e as condições de trabalho são outras, exige-se mais dos alunos sem necessariamente tornar o ensino mais interessante. Grande parte dos alunos calouros de engenharia fica perplexa ante as novas exigências, até aqueles mais bem sucedidos nas escolas de ensino médio, no vestibular e no biênio inicial sentem-se desconfortáveis com as mesmas.

Examinam-se em seguida as características atuais do ensino da Física no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT / UFCG) na perspectiva de monitores de Física Geral. Estes monitores estão cursando semestres iniciais de cursos de engenharia e do Bacharelado em Física. Eles têm selecionado e instalado experimentos de demonstração simples na sala do plantão de atendimento, recém construída.

Além disso, eles têm procurado relacionar ensaios e experimentos realizados nos laboratórios didáticos e de pesquisa em engenharia do CCT / UFCG aos conhecimentos lecionados nas disciplinas Física Geral e Física Experimental. Esta busca tem se mostrado fascinante para os alunos, e é também motivo de satisfação dos professores responsáveis pelos laboratórios até agora abordados. Uma avaliação dos resultados obtidos e das expectativas imediatas são apresentadas à guisa de conclusão.

2. UMA BREVE DESCRIÇÃO DO ENSINO E DO APRENDIZADO DE FÍSICA ELEMENTAR E DE FÍSICA GERAL

O ensino de Física Elementar começa nas aulas de Ciências das últimas séries do Ensino Fundamental, e continua nas três séries do Ensino Médio. Este ensino, balizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e pelas condições nas quais se dá a oferta nas escolas e no biênio inicial de cursos de engenharia é descrito nos itens 2.1 e 2.2. No item 2.3 mostra-se como ele é visto por alunos de engenharia.

2.1 O ensino de Física Elementar

Em geral, têm-se duas aulas de ciências por semana a partir da 5ª Série do Ensino Fundamental. Na 5ª Série vêem-se noções de Física e Química relacionadas às propriedades da água em um ou dois bimestres. Na 8ª Série é iniciado o estudo de movimentos, também em um ou dois bimestres.

Durante o Ensino Médio são destinadas três aulas por semana ao ensino de Física, em geral alocadas em duas aulas consecutivas num mesmo dia, e uma aula isolada noutro dia. Esta configuração favorece a realização de provas e de eventuais experimentos em aulas de laboratório. Na 1ª Série se estuda a Mecânica, considerada a base de toda a Física. É previsto para a 2ª Série o ensino da Termodinâmica, do movimento periódico de osciladores, do comportamento das ondas em cordas e do som, e da Ótica Geométrica. Na 3ª Série é programado o ensino da Eletricidade, de circuitos elétricos simples, do Magnetismo, dos aparatos eletromagnéticos, e das ondas eletromagnéticas. Noções de Física Moderna e Contemporânea são ensinadas em algumas escolas, geralmente na 3ª Série.

As aulas costumam ser predominantemente expositivas, equivocadamente denominadas de “teóricas”. A Física ensinada neste nível destaca o estudo de fenômenos cotidianos como os movimentos de objetos, as diferenças de temperatura, as trocas de calor entre corpos, e o transporte de energia através de ondas mecânicas e eletromagnéticas. Pouquíssimas escolas dispõem de laboratórios, e uns poucos professores ousam improvisar a realização de experimentos simples nas salas de aulas comuns. Nas escolas com laboratório, é costume realizar experimentos uma ou duas vezes por bimestre. As questões dos vestibulares da região quase nunca demandam conhecimentos adquiridos em práticas de laboratório.

O ensino da Mecânica privilegia o estudo da partícula: Cinemática, Dinâmica, e Leis de Conservação da Energia e do Momento Linear. As propriedades estáticas do corpo rígido, segundo relato de professores, raramente são ensinadas.

O ensino da Termodinâmica enfatiza a Termometria e a Calorimetria. O estudo de máquinas e refrigeradores nem sempre recebe a devida atenção. Em poucas escolas se cumpre o programa, deixando de lado o estudo dos movimentos periódicos, das ondas, e da Ótica Geométrica.

Na 3ª Série, também, parte do programa não é cumprido. O estudo da Eletrostática consome um ou dois bimestres, em seguida vê-se os circuitos elétricos simples. As noções de Magnetismo e de Eletromagnetismo são apresentadas nos últimos bimestres, vésperas do vestibular quase sempre dedicadas à revisão do que foi possível aprender antes.

2.2 O ensino de Física Geral

O ensino de Física Geral no biênio inicial dos cursos de engenharia segue praticamente os mesmos tópicos e a mesma seqüência verificadas no Ensino Médio. Isto em alguma medida reflete a ordem histórica do surgimento das diversas teorias: a Mecânica e a Ótica na virada do Século XVII para o XVIII, a Termodinâmica na primeira metade do Século XIX, e o Eletromagnetismo na segunda metade. Tópicos da Física do Século XX são previstos em caráter obrigatório nos currículos mais antigos, submetidos à rigidez das normas do extinto CFE – Conselho Federal de Educação. Noções da Física Quântica, da Teoria da Relatividade Restrita, da Física Nuclear, e da Física do Estado Sólido têm sido oferecidos em caráter optativo nos currículos elaborados mais recentemente.

Verifica-se que na universidade é maior o número de aulas dedicadas à Física Geral; são 6 (seis) aulas por semana, em média, incluindo 2 (duas) aulas de laboratório semanais, o que representa o dobro do número de aulas oferecidas no Ensino Médio. Além disso, tem-se uma boa infra-estrutura para o ensino nos departamentos de Física responsáveis pelas aulas para alunos de engenharia, incluindo bibliotecas razoavelmente atualizadas e laboratórios minimamente equipados, facilidades praticamente inexistentes na escola básica. O quadro de professores qualificados, trabalhando em regime de dedicação exclusiva, e o uso de material didático de qualidade, permite que os programas dos cursos sejam cumpridos. Tudo isso costuma deixar perplexa boa parte dos alunos calouros de engenharia, como veremos a seguir.

2.3 O aprendizado de Física Elementar e de Física Geral

A partir de conversas sobre o aprendizado de Física com os atuais monitores de Física Geral, foram escritos relatos preliminares de cunho pessoal. Um exame de 8 (oito) destes relatos, descrições livres dos autores deste trabalho mostrou que:

- as primeiras lembranças de “física” referem-se ao estudo de movimentos na 8ª Série do Ensino Fundamental. Em 5 (cinco) relatos estas lembranças são explícitas ;
- em 5 (cinco) relatos, o número de horas demandadas para estudo da Física na 1ª Série do Ensino Médio, e no 1º Semestre na universidade à primeira vista foi considerado além da capacidade normal de trabalho do aluno. Mais tarde, estas exigências foram reconhecidas por eles como necessárias, e atendidas;
- a aprovação no vestibular na 1ª tentativa foi lograda por 4 (quatro) dos 8 (oito) alunos, os quais consideram como fatores determinantes para o sucesso, o interesse pela Física, e o número de horas dedicadas ao estudo por eles;
- a demanda de horas de estudo, o insucesso no vestibular, e as exigências de estudo na universidade são vistos como desafios, ameaças à auto-estima que exigem determinação para serem enfrentados com sucesso.

Estes breves relatos descrevem como os autores deste trabalho vêem o próprio aprendizado da Física ante as condições em que se dá este ensino para alunos de cursos de engenharia e de ciências no CCT / UFCG, apresentadas a seguir.

3. O ENSINO DA FÍSICA E DAS CIÊNCIAS NOS CURSOS DE ENGENHARIA DO CCT / UFCG

No Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da UFCG são oferecidos 8 (oito) cursos de engenharia, em ordem alfabética: Agrícola, Civil, Elétrica, Materiais, Mecânica, Minas, Produção, e Química. O Departamento de Física do CCT (DF / CCT) é responsável pelo ensino de Física para estes cursos. O ensino oferecido para os cursos de engenharia e para os

bacharelados em Física e em Meteorologia é o mesmo. O Bacharelado e a Licenciatura em Matemática requerem apenas parte das disciplinas oferecidas para os demais. O Bacharelado em Ciência da Computação e o Curso de Desenho Industrial são atendidos com disciplinas diferenciadas. Ao todo são oferecidos 13 (treze) cursos de graduação no CCT.

Os cursos de engenharia demandam três disciplinas de Física com aulas expositivas, Física Geral (I, II e III), e duas com aulas em laboratório Física Experimental (I e II). A denominação e a seqüência de tópicos destas disciplinas oferecidas para alunos do curso de Engenharia Elétrica são ligeiramente diferentes, por razões que fogem ao escopo deste trabalho, mas em essência não muda.

Na Física Geral I é contemplada a mecânica da partícula e do corpo rígido, e são apresentadas noções de osciladores e de gravitação em 60 (sessenta) horas. Com a mesma carga horária, na Física Geral II vê-se a Termodinâmica, algumas noções de elasticidade e resistência dos materiais, de Mecânica dos Fluidos – Hidrostática e Hidrodinâmica, de ondas em meios elásticos, e da Teoria da Relatividade Restrita. Na Física Geral III, com 90 (noventa) horas de aula, são apresentadas a Eletrostática, os circuitos elétricos simples, o Magnetismo, o Eletromagnetismo, e noções de Física Quântica e da Física Nuclear.

As disciplinas de laboratório têm 60 (sessenta) horas de aula cada. Na Física Experimental I, com aulas de duas horas, duas vezes por semana, os alunos realizam experimentos pertinentes às disciplinas Física Geral I e II. Na Física Experimental II, com a mesma carga horária, são realizados experimentos de Eletricidade e Magnetismo.

O Departamento de Física oferece cerca de 50 (cinquenta) turmas por semestre. São de cinco a oito turmas com 50 (cinquenta) alunos de cada Física Geral, e de dez a quinze turmas de 25 (vinte e cinco) alunos de cada Física Experimental. Em cada disciplina o planejamento e as avaliações são realizados pelo grupo de professores que a leciona. A rotatividade de professores nas disciplinas é pequena. Em parte devido aos elevados índices de evasão e repetência nas disciplinas de Física Geral, não costuma haver planejamento interdisciplinar, entre as disciplinas de Física.

3.1 O ensino de Física e de ciências: dependências transversais

Nas disciplinas de Física Geral e Física Experimental o aluno de engenharia encontra as primeiras oportunidades para usar os conhecimentos de Matemática Superior adquiridos nas disciplinas Cálculo Diferencial e Integral I, II e III, Álgebra Vetorial e Geometria Analítica, Álgebra Linear, Equações Diferenciais Lineares, e Estatística. A maximização do uso destas oportunidades passa pelo planejamento transdisciplinar, entre as disciplinas de Física e Matemática. Tal planejamento demandaria mudanças de hábitos e tradições, as quais fogem ao escopo deste trabalho.

As dificuldades dos alunos na aquisição destes conhecimentos revelam alguns aspectos dignos de nota:

- o desconhecimento da importância para a sua formação dos fenômenos que eles se vêem obrigados a estudar;
- a falta de habilidade no uso dos métodos heurísticos da Física para resolver problemas. Entre estes métodos destacam-se a modelação de fenômenos, a representação matemática dos mesmos, e a interpretação das soluções obtidas;
- a sobrecarga com matrículas em disciplinas acima das competências e disponibilidades atuais de cada um. Este aspecto agrava as dificuldades criadas com o desconhecimento e com a falta de habilidade citados.

A superação destas dificuldades não é trivial. O ensino e o aprendizado de quaisquer conhecimentos não são fenômenos lineares nem tão previsíveis como desejado PERRENOUD (1999). Além disso, a escolha de temas interessantes e atuais de

Física para os currículos de engenharia é um processo permanente, inacabado ante as novidades que surgem todos os dias.

Em Física, estas novidades podem tornar a seleção e a alocação de tópicos em disciplinas uma tarefa bastante complexa. De fato, como afirma BUNGE (1973) ... *“poucos físicos pensam na organização da física. A maior parte contenta-se com deixá-la crescer, e alguns opõem-se mesmo a qualquer espécie de organização”*.... Em contraste com esta situação, beirando o caos, os professores de Matemática selecionam tópicos e estabelecem hierarquias entre eles com relativa facilidade.

De fato, prosseguindo com BUNGE (1973), a Matemática é um conhecimento razoavelmente organizado ao longo dos últimos cem anos, pois

...“Os matemáticos, pelo contrário, interessam-se pela organização da álgebra, topologia, e análise e, na realidade, pelo conjunto da matemática: [eles] compreenderam que a preocupação pela estrutura facilita o crescimento pela amostra de relações, lacunas e omissões que não foram vistas quando concentrados num ponto singular” ...

Esta característica sugere adotar a seqüência de disciplinas de Matemática Superior como espinha dorsal do biênio inicial dos cursos de engenharia. Esta espinha dorsal é robusta o suficiente para balizar o planejamento transdisciplinar das disciplinas de Física Geral e Matemática no biênio inicial dos cursos de engenharia do CCT, quando houver interesse em fazê-lo.

Atualmente estão sendo concentrados esforços para estabelecer relações de mão dupla entre o ensino de Física Geral e algumas práticas de laboratório – ensaios e experimentos - específicas de cursos de engenharia. Estes esforços são descritos na Seção 4. O uso de experimentos de demonstração no plantão de dúvidas é descrito a seguir.

3.2 A monitoria de Física: plantão de dúvidas e experimentos de demonstração

Em seqüência à euforia com a aprovação no vestibular, os alunos calouros de cursos de engenharia vêem-se diante novos desafios, à primeira vista acima das suas possibilidades, como por exemplo:

- na universidade, os professores costumam cumprir os programas das disciplinas que lecionam, expondo novos conceitos e técnicas em volume e ritmo que exigem iniciativa e empenho livres - como leituras e reflexões -, em complemento à atitude passiva suficiente para assistir aulas expositivas;
- as disciplinas de Matemática Superior e Física Geral a cursar no biênio inicial demandam muito esforço, e quase não há aplicações de engenharia que satisfaçam a curiosidade imediata dos alunos calouros.

O cumprimento dos programas é um dos aspectos da boa qualidade dos cursos. Cursá-los significa adaptar-se ao ritmo de ensino na universidade, adaptação desagradável a princípio, suportável apenas quando se têm metas a cumprir.

A sala de monitoria e o plantão de dúvidas foram criados há um ano. Os monitores trabalham 12 (doze) horas por semana. O atendimento de dúvidas de alunos referentes às questões e exercícios tradicionais é prestado em duas jornadas de 3 (três) horas cada. O restante do tempo é destinado a leituras e reflexões sobre as dificuldades do aprendizado recente, citados na subseção 2.3, e à busca de instrumentos que favoreçam a superação destas dificuldades. Dificuldades atuais dos colegas alunos, dificuldades residuais dos mesmos e dos monitores.

Entre os instrumentos disponíveis, estão alguns experimentos de demonstração (PHYWE) adquiridos pelo governo federal em 1996 e entregues à UFCG em 2002. Em complemento a estes experimentos, robustos e adequados para manuseio intensivo por

aprendizes, há dezenas de experimentos simples factíveis com materiais e ferramentas domésticas do acervo do LIPE - Laboratório de Instrumentação para Ensino do DF / CCT. A reprodução destes experimentos, embora frágeis e pouco precisos, é uma oportunidade ímpar para que alunos adquiram competências e desenvolvam habilidades artesanais básicas necessárias à compreensão e ao desenvolvimento de novas tecnologias, como sugerem WAGNER et al (2004).

Define-se aqui “experimento” como uma atividade capaz de evocar novas relações entre grandezas físicas, um fazer típico de laboratórios didáticos de ciências, ou de pesquisa fundamental. Em contraste, “ensaio” é uma atividade experimental de rotina voltada à caracterização de objetos a partir de relações conhecidas entre grandezas mensuráveis. Como se pode ver, a fronteira entre experimento e ensaio não é nítida, uma mesma atividade pode ser vista de maneira ambígua por pessoas com interesses diferentes.

No Brasil, tem sido incentivado o uso de ensaios e experimentos de demonstração em atividades extra-escolares, pois aqui”*a ciência não faz parte da nossa cultura como o faz o futebol ou a música ... [e] A maioria das pessoas, por não terem exposição (divulgação) adequada à ciência ficam com uma síndrome de ‘alergia’ e, em casos mais graves, repulsão à ciência*”.. MASCARENHAS (1998). Demonstrações de compreensão acessível de modo superficial a leigos em geral podem envolver equipamentos complexos, sensíveis e delicados, que exigem operação de pessoas qualificadas. Em particular, no ensino da Física para engenheiros, o uso de ensaios e experimentos de demonstração na forma proposta na Seção 4 certamente aumentará o interesse dos alunos pela Física e pela Matemática.

Um outro instrumento de grande auxílio ao ensino e ao aprendizado de Física são as ferramentas de computação eletrônica. As planilhas permitem agilizar a representação de valores numéricos em tabelas e gráficos. Os editores de símbolos algébricos permitem abordagens mais profundas e complexas dos objetos estudados. As animações, as simulações, e a modelação são insubstituíveis quando se trata de experimentos de alto custo, ou de alto risco.

Entretanto, estes instrumentos são apenas ferramentas de comunicação, como alertam MEDEIROS & MEDEIROS (2002), como eles tem-se ... *“uma arma poderosa (que) pode servir, paradoxalmente, também, para comunicar imagens distorcidas da realidade com eficiência igualmente maior do que a das figuras estáticas”* ... Alguns relatos de distorções conceituais em textos didáticos podem ser encontrados em MONTEIRO JR & MEDEIROS (1998), CARMO et al (2001) e MEDEIROS & MEDEIROS (2001), e nas referências ali citadas.

Nos laboratórios didáticos e de pesquisa em engenharia do CCT / UFCG, e de outras universidades, há uma enorme variedade de ensaios e experimentos realizados por especialistas nas diversas áreas de engenharia. Alguns destes ensaios e experimentos, precisos, acurados, e interessantíssimos podem vir a ser usados - também - como experimentos de demonstração. Esta possibilidade é examinada a seguir.

4 APLICAÇÕES DA FÍSICA EM LABORATÓRIOS DIDÁTICOS E DE PESQUISA EM ENGENHARIA

Propõe-se aqui o uso de alguns experimentos e ensaios de engenharia, normalmente realizados em detalhe a partir do 5º semestre, como demonstrações para alunos dos semestres iniciais da graduação.

Estes ensaios e experimentos de demonstração mostram-se interessantes do ponto de vista da curiosidade dos alunos. Ao oferecê-los, são criadas oportunidades para professores de disciplinas avançadas de cursos de engenharia conhecer melhor os alunos calouros, e assim identificar e incentivar novos talentos.

Nestas demonstrações devem ser realçados o papel fundamental da Física, e a necessidade da Matemática para a compreensão dos ensaios e experimentos factíveis com as tecnologias atuais. Este realce em alguma medida despertará o interesse pela Física Geral. Com interesse, certamente os alunos passarão a investir mais tempo nos estudos, o que terá reflexos imediatos na melhoria do aprendizado deles.

Espera-se, em breve, viabilizar a implementação destas demonstrações com visitas de pequenos grupos de alunos a laboratórios, supervisionados por professores que demonstrem interesse. Alguns experimentos e ensaios existentes em laboratório didáticos e de pesquisa do CCT / UFCG, interessantes para demonstração de compreensão acessível a alunos de semestres iniciais, são apresentados a seguir.

4.1 Laboratório de Solos II, Laboratório de Hidráulica I, e Laboratório de Estruturas da Engenharia Civil

O Curso de Engenharia Civil da UFCG, criado em 1952, atualmente forma engenheiros em cinco áreas: Engenharia de Estruturas, Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia de Recursos Hídricos, Engenharia de Transportes, e Geotecnia. O Departamento de Engenharia Civil dispõe de 14 (quatorze) laboratórios.

Neste trabalho foram examinados ensaios realizados nos laboratórios de Solos II, Hidráulica I, e Estruturas. Normalmente estes laboratórios atendem alunos entre o 5^o e o 8^o semestre do Curso, e alunos da pós-graduação, mestrado e doutorado. Alguns destes ensaios podem ser usados em demonstrações para alunos dos semestres iniciais do curso como se vê a seguir.

No Laboratório de Solos II, os ensaios de análise granulométrica (ABNT, 1984a) com peneiras de amplo espectro – do número 4 ao 200 (ABNT, 1984b) – permitem caracterizar a distribuição de tamanhos de grãos. Os tipos de solos são caracterizados pela densidade, permeabilidade, e capacidade de absorção hídrica, as quais estão relacionadas à distribuição de tamanhos e à natureza dos grãos. A deformação de amostras submetidas a esforços permite determinar o módulo de cisalhamento do solo estudado.

No Laboratório de Hidráulica I há ensaios e experimentos com Hidrologia Aplicada, interessantes para demonstrações, como por exemplo, a simulação de tubulações hidráulicas prediais, usando reservatórios interligados, e os ensaios com canais onde vertedouros são utilizados para medição da vazão do fluxo d água. O regime de fluxo, turbulento ou laminar, é determinado usando o número de Reynolds.

No Laboratório de Estruturas são realizados experimentos com vigas biapoiadas de concreto, nos quais é possível visualizar o alongamento das estruturas, similares a edificações quando sujeitas a sobrecargas. Os ensaios com corpos de prova de concreto armado permitem determinar os módulos de elasticidade, cisalhamento e compressibilidade a partir das deformações longitudinais e transversais bem como o coeficiente de Poisson. O comportamento destes corpos pode ser associado ao de molas submetidas a forças, e às tensões elétricas em resistores na configuração de pontes de Wheatstone. A determinação do módulo de elasticidade também pode ser feita com ensaios de vibração de ultra-som, usando as propriedades de propagação destas vibrações nos materiais estudados.

4.2 Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Circuitos da Engenharia Elétrica

O Curso de Engenharia Elétrica da UFCG, criado em 1963, oferece atualmente quatro ênfases: Controle e Automação, Eletrônica, Eletrotécnica, Telecomunicações. O Departamento de Engenharia Elétrica dispõe de 8 (oito) laboratórios didáticos para alunos

de graduação, e 11 (onze) laboratórios de pesquisa. Neste trabalho são examinadas as possibilidades oferecidas pelo Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Circuitos.

O Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Circuitos é um laboratório didático típico. Tem 77 m² (16,00 x 4,90 m) mobiliado com 9 (nove) bancadas para 35 (trinta e cinco) alunos, 2 (duas) mesas para o professor e os monitores, 4 (quatro) armários de alvenaria, quadro de avisos, e quadro negro. É equipado com 8 (oito) conjuntos com multímetro Analógico/Digital, fonte de corrente alternada (AC), osciloscópio analógico, gerador de sinal, e fonte de corrente contínua (DC \pm 12V). Estes aparatos permitem realizar experimentos com capacitores, resistores, indutores, transistores, circuitos integrados e pranchetas protoboards usados para montagem de circuitos.

A disciplina Instrumentação Eletrônica e Circuitos, oferecida neste Laboratório para alunos do 2^o semestre, é o primeiro passo para a compreensão de redes elétricas complexas como módulos, constituídos de circuitos simples. Nela são usados conceitos do Eletromagnetismo, da Termodinâmica, e propriedades de materiais relevantes à concepção, produção e uso dos dispositivos estudados como a indutância, capacitância, resistência, histerese, e impedância. Estes conceitos e propriedades são observados em experimentos, a partir dos quais pode-se antever a importância da escolha de materiais condutores, isolantes, e magnéticos para minimizar perdas de energia e melhorar a performance de aparatos como motores, geradores, e transformadores. Alguns circuitos elétricos podem simular sistemas físicos análogos, como é o caso dos circuitos RLC afins a osciladores mecânicos.

4.3 Laboratório de Materiais com Memória de Forma, e Laboratório de Térmica e Fluidos da Engenharia Mecânica

O Curso de Engenharia Mecânica da UFCG, criado em 1977, oferece disciplinas em cinco áreas: Materiais, Térmica e Fluidos, Produção, Projeto Mecânico, e Expressão Gráfica. O Departamento de Engenharia Mecânica dispõe de 7 (sete) laboratórios assistidos por uma Oficina Mecânica.

Neste trabalho são examinadas alguns ensaios e experimentos realizados no Laboratório de Calor e Fluidos, e no Laboratório de Materiais com Memória de Forma.

No Laboratório de Calor e Fluidos predominam ensaios e experimentos que envolvem conceitos de Termodinâmica e de Mecânica dos Fluidos. Usando compressores, caldeiras, condensadores, e trocadores de calor pode-se montar vários tipos de plantas de refrigeração com diversos tamanhos. Usando manômetros, termômetros, e medidores Venturi é possível estudar o comportamento dos componentes da planta, a inércia térmica de plantas de dimensões diferentes, e a estabilização do regime de trabalho da mesma no qual os fluxos de calor e massa permanecem constantes. A modelação matemática destas plantas demanda técnicas avançadas de cálculo algébrico e numérico.

No Laboratório de Materiais com Memória de Forma destacam-se alguns experimentos inéditos. O uso mais comum de ligas com memória de forma encontra-se em aplicações biomédicas, nas quais uma combinação de resistência, flexibilidade e biocompatibilidade são exigidas. Estes materiais são empregados na odontologia, em ortopedia, e na remoção de coágulos que obstruem veias e artérias. Alguns fabricantes de veículos usam válvulas baseadas em ligas com memória de forma para regular o fluxo do fluido em caixas de transmissão automática em função da temperatura, assegurando a troca suave de marchas.

5. BREVE AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS

A excelente receptividade dos professores dos laboratórios de engenharia até agora consultados, e o entusiasmo dos alunos que os têm procurado com os resultados das consultas animam a prosseguir o trabalho com firmeza e cautela. Firmeza frente eventuais dificuldades, e cautela ante a necessidade do planejamento racional destas visitas para evitar eventuais frustrações ante expectativas irreais.

Os resultados preliminares aqui relatados mostram as potencialidades do uso de ensaios e experimentos de demonstração como instrumento de superação das dificuldades de alunos calouros de engenharia. A oferta da disciplina Instrumentação Eletrônica e Circuitos no 2º semestre do Curso de Engenharia Elétrica, a qual em alguma medida contempla aspectos específicos a serem aprofundados em semestres posteriores, é um avanço nesta direção.

Nos próximos semestres será ampliado o número bolsas de monitoria, e com isso haverá uma maior diversificação de cursos de engenharia cursados pelos monitores de Física Geral. O entusiasmo demonstrado pelos atuais monitores nesta medida revela a potencialidade de crescimento com trabalho voluntário. Com mais monitores, alunos de mais cursos de engenharia, será possível incluir as contribuições de ensaios e experimentos de outros laboratórios para a melhoria do ensino de Física Geral para alunos de engenharia do CCT/UFCG.

Agradecimentos

Aos Professores Ademir Montes Ferreira, José Afonso Gonçalves de Macedo, e Lícia Mouta da Costa, e aos técnicos José Nivaldo Sobreira e Rui Pereira de Oliveira (Laboratórios de Solos), à Professora Gledsneli Maria de Lima Lins, e aos técnicos Ismael Pereira e Haroldo Santos (Laboratórios de Hidráulica), e ao Professor Milton Bezerra das Chagas Filho (Laboratório de Estruturas) do Departamento de Engenharia Civil do CCT /UFCG, pela atenção dispensada aos alunos que os têm procurado para este trabalho. A Mayane Moraes, monitora de Física Geral e aluna de Engenharia Civil, responsável pelos levantamentos iniciais desenvolvidos para este trabalho. Ao Professor Francisco das Chagas Fernandes Guerra (Laboratório de Eletrônica e Circuitos) do Departamento de Engenharia Elétrica do CCT / UFCG, pelo atendimento extra-classe aos seus alunos, monitores de Física Geral interessados neste trabalho. Ao Professor Celso Rozendo (Laboratório de Calor e Fluidos), ao Professor Carlos José de Araújo (Laboratório de Memória de Forma) do Departamento de Engenharia Mecânica do CCT / UFCG, e a Igor Silva Teixeira de Lima – aluno do Curso de Engenharia Mecânica e bolsista de Iniciação Científica, pela orientação e pelo farto material para consulta durante este trabalho. Aos Professores Vijay Pal Singh Nain (Chefe do Departamento), e Pedro Luiz do Nascimento (Coordenador Geral da Monitoria) do Departamento de Física do CCT, pelo apoio ao trabalho dos monitores de Física Geral. Aos Professores Benedito Aguiar Guimarães Neto (Diretor) e Edimar Alves Barbosa (Vice Diretor) do Centro de Ciências e Tecnologia pelo empenho na construção da Sala de Monitoria de Física Geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 7181 – Solo – Análise Granulométrica, 1984a.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 5734 – Peneiras para ensaio - Especificação, 1984b.
- BORGES, M. N. & AGUIAR NETO, B. G. – Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia – Análise Comparativa das Propostas da ABENGE e do MEC. Revista de Ensino de Engenharia, v. 19, n. 2, p. 1-7, 2000.
- BUNGE, M. – Filosofia da Física, Edições 70, Lisboa, 1973, p. 28.
- CARMO, L A – Distorções Conceituais em Imagens de Livros Textos: o Caso do Experimento de Joule com o Calorímetro de Pás, trabalho apresentado no VII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF), Florianópolis, 2000. Disponível em <http://www.scienco.com.br/html/artigos2000.htm>, acesso em 03 de junho de 2005.
- MEC / CNE / CES – Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, Diário Oficial da União de 25/02/2002, Seção 1, p. 17.
- KITTEL, C., KNIGHT, W.D & RUDERMAN, M.A. – Curso de Física de Berkeley (Vol.1), Mecânica, FUNBEC, Ed. da UNB, e Ed. Edgar Blucher Ltda., 1970.
- MASCARENHAS, S – A Ciência para Tirar Mistérios, in: CRESTANA et al (orgs.) - CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIAS – visões e experiências – subsídios para um programa nacional de popularização da ciência, São Paulo – SP, 1998.
- MEDEIROS, A & MEDEIROS, C F – Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002, Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/rbef>, acesso em 03 de julho de 2005.
- MEDEIROS, A & MEDEIROS, C F – Questões Epistemológicas na Iconicidade de Representações Visuais em Livros Didáticos de Física, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, n. 1, pp. 103-117, 2001. Disponível em <http://www.scienco.com.br/html/artigos2003.htm>, acesso em 03 de junho de 2005.
- MONTEIRO JR, F N & MEDEIROS, A – Distorções Conceituais dos Atributos do Som Presentes nas Sínteses dos Textos Didáticos: Aspectos Físicos e Fisiológicos, Ciência & Educação v. 5, n. 2, 1998. Disponível em <http://www.scienco.com.br/html/artigos90s.htm>, acesso em 03 de junho de 2005.
- PERRENOUD, P – Ensinar: agir na urgência, decidir na incerteza, Artmed, 2ª Ed, 1999.
- WAGNER M et al (2004) – Ensino de Física, Educação Artística, e Design de Experimentos Simples, IN: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2004, Rio de Janeiro – RJ. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0046-1.pdf>, acesso em 03 de julho de 2005.

DEMONSTRATION EXPERIMENTS AT ENGINEERING LABS AND PHYSICS LEARNING.

Abstract: Engineering experiments commonly used in teaching and research laboratories can be used too as demonstration experiments with first year engineering students. This work starts describing the teaching of Elementary Physics at school, of General Physics at university, and the learning difficulties of students at these levels. The teaching of Physics for engineering students at the Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) of the Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) is presented. Are experiments of soil, hidraulic and structures at Civil Engineering laboratories, of electronic instrumentation and electric circuits at Electrical Engineering laboratories, of heat fluids and materials with form memory can be used us demonstration apparatuses.

Key-words: Engineering Education, Physics Education, Applied Physics.