

# LABORATÓRIO ABERTO DE FÍSICA<sup>1</sup>

## Proposta de uma metodologia adequada às demandas atuais<sup>2</sup>

Dácio Guimarães de Moura - CEFET-MG/DADB  
Anderson Fabian Ferreira Higino - CEFET-MG/DADB

**Resumo:** Neste trabalho relata-se o desenvolvimento do projeto intitulado "Laboratório Aberto de Física", implementado na disciplina *FÍSICA GERAL*, na parte correspondente às atividades de Laboratório de FÍSICA I, dos cursos de engenharia industrial Elétrica e Mecânica do CEFET-MG / Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Objetiva-se, num sentido mais amplo, a elaboração de uma nova metodologia para o ensino das disciplinas básicas dos cursos de engenharia, tomado-se como ponto de partida a revisão das atividades tradicionais relativas às aulas práticas de *FÍSICA GERAL*, buscando-se uma nova concepção de atividades prático-experimentais essencialmente baseada no desenvolvimento de habilidades fundamentais do indivíduo considerando seu processo de formação integral, tendo-se em vista o novo perfil do cidadão-profissional demandado para os novos tempos.

*O aluno entende bem o experimento físico quando ele mesmo o realiza; porém o entende ainda melhor se ele mesmo constrói o equipamento para o experimento.*

Kapitza

Desde 1993, vimos desenvolvendo no CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, a proposta do "Laboratório Aberto de Física", como parte de um projeto global dessa instituição denominado **LACTEA: Laboratório Aberto de Ciência, Tecnologia e Arte**. Essa proposta visa ao desenvolvimento de uma nova metodologia para as aulas práticas de laboratório de Física dos cursos de Engenharia Industrial, baseada numa nova concepção de atividades prático-experimentais, tomando-se por base as demandas atuais por uma educação e um ensino de ciência e tecnologia mais voltados para o desenvolvimento das habilidades básicas do indivíduo em seu processo de formação integral tendo-se em vista o novo perfil do cidadão-profissional para os novos tempos.

Essa proposta consiste em substituir as aulas tradicionais de laboratórios de Física por novos tipos de atividades cujas metas são colocadas do seguinte modo:

1. Proporcionar aos alunos o desenvolvimento de atividades do tipo "laboratório aberto", contrapondo-se à ênfase tradicional de atividades calcadas em temas e roteiros prefixados associados à utilização de materiais e equipamentos previamente dimensionados e preparados pelo professor. Propõe-se substituir as aulas tradicionais de laboratório por atividades de realização de projetos ou trabalhos práticos livres mas orientados, escolhidos de comum acordo com o professor, a serem desenvolvidos por grupos de alunos durante o semestre letivo, com apresentação dos resultados ao final do curso. Tais projetos ou trabalhos práticos devem conter aspectos relacionados de algum modo a elementos de conteúdo constantes do programa formal da disciplina.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XXIV COBENGE (1996) - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Manaus-AM, outubro de 1996. Publicado na Revista *Educação & Tecnologia*, CEFET-MG, N.3, Dez.96, Belo Horizonte.

<sup>2</sup> A metodologia focalizada, com algumas adaptações, poderá também ser dirigida ao ensino das disciplinas científicas nos cursos de nível médio.

<sup>3</sup> O relato apresentado neste trabalho refere-se especificamente ao desenvolvimento das atividades relativas ao 1º semestre de 1996, exercitando-se essa metodologia particularmente no âmbito de atividades do laboratório de FÍSICA I, envolvendo as aulas a cargo dos autores.

2. Promover, junto à comunidade de alunos e professores dos cursos de engenharia, os resultados obtidos com a aplicação desta metodologia, tomando-se como primeira instância para essa promoção a divulgação, no âmbito dessa comunidade, dos melhores projetos e trabalhos práticos realizados. Essa promoção, além de outros aspectos pedagógicos importantes, visa a realimentar o processo de desenvolvimento da metodologia citada mediante o reforço e o incentivo aos alunos e professores participantes. (Tem-se trabalhado com a expectativa de um índice de projetos/trabalhos práticos com qualidade adequada à apresentação pública, na própria comunidade, da ordem de 60% dos trabalhos realizados e um índice da ordem de 20%, de projetos/trabalhos práticos que possam se distinguir com a condição de "destaques", sendo essa condição um fator indicativo do potencial de divulgação técnico-científica dos mesmos através de congressos, revistas especializadas e outros meios).

3. Propiciar, junto à comunidade de alunos e professores do CEFET, o incentivo e a realização de estudos e debates sobre aspectos e temas relacionados, direta e indiretamente, ao desenvolvimento da nova metodologia.

4. Documentar o processo desenvolvido em função dos objetivos e metas propostos, publicando os resultados alcançados.

As justificativas básicas para a implantação do "Laboratório Aberto de Física" se apóiam na análise do contexto e das demandas sociais, científicas e tecnológicas dos dias atuais, que apontam na direção das mudanças fundamentais que ocorrem atualmente na sociedade humana em geral e, de modo especial, nos setores relativos à produção e o trabalho, abrangendo aspectos básicos relativos à formação de recursos humanos, com repercussões importantes no campo da educação.

Nas áreas da ciência e da tecnologia, em particular, um novo perfil de profissional vai se tornando cada vez mais nítido, apontando-se para a necessidade de se incentivar, de modo especial, novas habilidades mais ligadas ao desenvolvimento do talento e da criatividade. A disposição para a flexibilidade, para o enfrentamento do novo e do inusitado, a ênfase mais na capacidade de aprender e de pesquisar do que na capacidade de reter informações, a formação de natureza mais integral e interfacetada, são virtudes que vão se sobrepondo a valores tradicionais identificados com uma concepção, atualmente em crise, de produção e de trabalho conhecida por *taylorismo* e *fordismo*.

Esforços diversos vêm sendo realizados nos últimos anos, em diversas instâncias, no campo da formação de recursos humanos em geral e , em particular, no campo do ensino da engenharia, no sentido de adequar as metodologias de ensino e aprendizagem às demandas e características relativas ao novo perfil do cidadão-profissional. Diversas publicações da atualidade assinalam elementos desse novo perfil do profissional, destacando-se: capacidade de vencer desafios e de ajustar-se a uma evolução constante do conhecimento e da tecnologia; capacidade de solucionar problemas; capacidade para a aquisição autônoma e permanente da informação e do conhecimento; capacidade para trabalhar em equipe e exercer liderança; capacidade de empreendimento; capacidade de comunicação e expressão oral e escrita; capacidade de percepção das relações entre as dimensões da tecnologia e das necessidades sociais e ambientais.

Diversas propostas emergem nesse sentido, procurando-se rever os currículos dos cursos na direção de uma consideração maior e mais decisiva das novas demandas da sociedade dos dias atuais.

Uma revisão profunda nos aspectos referentes à formação básica do engenheiro nas disciplinas das ciências e das matemáticas pode contribuir de forma significativa para o estabelecimento de novas soluções para o problema da formação do cidadão profissional para os novos tempos.

Nos cursos de Engenharia Industrial Mecânica e Elétrica do CEFET-MG, o ensino das disciplinas Física Geral I, II e III, além de outras nas áreas da Química e da Matemática, está sob a responsabilidade do *Departamento Acadêmico de Disciplinas Básicas (DADB)*. Esse Departamento tem objetivado, desde algum tempo, promover essa revisão das atividades desenvolvidas nos laboratórios das referidas disciplinas. Estamos avançando, embora gradativamente e num ritmo ainda menor do que seria desejável, em direção ao objetivo de instituir o *Laboratório Aberto de Disciplinas Básicas dos Cursos de Engenharia Industrial do Cefet - MG*. A proposta do "Laboratório Aberto de Física" representa uma forma de ensaio para uma conseqüente expansão na direção da incorporação das atividades das demais disciplinas básicas desse Departamento.

A realização de tais objetivos depende, certamente, da implantação de uma infraestrutura básica para o desenvolvimento de novos tipos de atividades por parte dos alunos. Um pequeno passo já efetuado nesse sentido está representado pela implantação formal, ocorrida recentemente (meados de 1995), do *LACTEA - Laboratório Aberto de Ciência, Tecnologia e Arte*, no Campus II do CEFET-MG, contando com um espaço físico inicialmente razoável (cerca de 200 m<sup>2</sup>) e uma base mínima de materiais para o seu funcionamento inicial associado ao referido *DADB*. Esse fato permitiu contar a partir do 1º semestre de 1996 com bancadas de trabalho e materiais básicos disponíveis para o atendimento simultâneo de cerca de 20 alunos, possibilitando uma aplicação mais formal dessa metodologia de desenvolvimento de projetos/trabalhos práticos por parte de alguns grupos de alunos dessa instituição.

A proposta de desenvolvimento da nova metodologia de renovação e expansão das atividades de laboratórios de disciplinas básicas tem como base fundamental projetos de pesquisa em desenvolvimento no Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação do CEFET-MG, mediante a participação de professores pesquisadores que atuam simultaneamente nesses dois Departamentos. Destaca-se o apoio dos estudos e pesquisas relacionados com os problemas atuais da educação tecnológica e com a elaboração de novas metodologias para as atividades prático-experimentais, como está previsto no projeto integrado de pesquisa "*A prática pedagógica da sala de aula e proposta metodológica para as atividades prático-experimentais no ensino tecnológico; uma contribuição à construção do saber teórico-prático na área da Didática*", aprovado pelo CNPq, com suas atividades em andamento desde agosto de 1995 (o referido projeto insere-se na Linha de Pesquisa *Teoria e Prática Pedagógica do Ensino Técnico* da Área de Concentração em Educação Tecnológica, do Curso de Mestrado em Tecnologia). Essa base de pesquisas, em andamento, tem fornecido o suporte necessário ao desenvolvimento e implantação da nova metodologia para o novo tipo de laboratório que se propõe.

De fato, atividades exploratórias do tipo "laboratório aberto" já vêm sendo experimentadas, desde há mais tempo, em diversas instâncias do CEFET-MG, seja

de forma mais tênue, implícita em procedimentos eventuais a critério de professores isolados, seja de forma mais intensa, como ocorre na elaboração dos trabalhos e projetos apresentados por alunos, periodicamente, no evento denominado *META: Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações*, promovido bianualmente por essa instituição. Vale destacar, em particular, como ilustração desse fato, dois eventos significativos ocorridos no interior da disciplina de *FÍSICA I*, sob nossa coordenação, assinalando as potencialidades contidas nas novas atividades do tipo que está sendo proposto nesta metodologia: **i)** a classificação, em primeiro lugar, na categoria de *trabalhos de natureza didática*, na *XV META*, em 1993, do trabalho prático desenvolvido por um grupo de estudantes nessa disciplina, intitulado "O Helicóptero", que consistiu na construção de um modelo de helicóptero, usando motor elétrico de liquidificador, com capacidade de sustentar-se em vôo (publicado na *Revista da Meta*, CEFET-MG, N.1, Belo Horizonte, Out.1995); **ii)** a descoberta, por um grupo de alunos de *FÍSICA I*, em 1994, de um erro técnico-científico na famosa obra do pintor J.B. Debret, do século XIX, representando escravos num engenho de cana de açúcar, e com a construção, por parte dos alunos, de uma réplica em menor escala do engenho, demonstrando a inviabilidade da situação mostrada na pintura (essa descoberta foi objeto de matéria publicada em jornais regionais bem como na Revista "Ciência Hoje", da SBPC, V.17, N.101, de julho de 1994). Os antecedentes mencionados contribuíram, certamente, para apoiar a implementação formal desta atividade a partir do primeiro semestre de 1996.

A nova metodologia foi, então, aplicada, nessa nova condição, tomando-se como turmas pilotos 5 (cinco) sub-turmas de laboratório de *FÍSICA I*, sob nossa coordenação, abrangendo o total de cerca de 60 (sessenta) alunos do primeiro período dos Cursos de Engenharia Mecânica e Elétrica.

Foram estabelecidos preliminarmente os seguintes procedimentos metodológicos para o desenvolvimento das atividades:

(a) Formação de grupos de 4 alunos para desenvolverem durante o semestre letivo 1 (um) projeto/trabalho prático, devendo-se concretizá-lo até à última semana do semestre letivo e apresentá-lo em classe da referida disciplina. Um critério importante na composição de cada grupo é o balanceamento das formações acadêmicas (técnicos e não-técnicos) e das habilidades dos componentes, tais como utilização de computador, leitura de idiomas estrangeiros, facilidade de redação etc.

(b) O planejamento, a realização e a apresentação do referido projeto/trabalho prático constarão do processo de avaliação do aluno na disciplina de *FÍSICA I*, com um peso de 30% no cômputo dessa avaliação.

(c) Apresentação da proposta do *Laboratório Aberto de Física* aos alunos participantes das sub-turmas mencionadas, com discussão de conceitos, leituras e debates de textos focalizando aspectos relativos ao significado e à importância da implementação da nova metodologia. (Texto básico considerado: crítica de R.P. FEYNMAN(1988) - prêmio nobel de Física de 1965 e que lecionou essa disciplina para alunos universitários no Brasil, na década de 50 - ao ensino das disciplinas científicas de nosso país, assinalando um tipo de aprendizagem, que ocorre entre nós, "puramente memórica e desconectada da realidade"; um texto comentando essa crítica publicamos na referida *Revista da Meta*, N.1, 1995).

(d) Apresentação aos alunos da proposta de categorização dos projetos/trabalhos práticos serem desenvolvidos, conforme estabelecido por MOURA(1995), segundo as 4 (quatro) categorias seguintes: *trabalhos didáticos*; *trabalhos construtivos*; *trabalhos de investigação*; *trabalhos de desenvolvimento de softwares*. (Os trabalhos de natureza *didática* seriam aqueles voltados para o objetivo de ilustrar, aplicar, mostrar, revelar, os princípios científicos de funcionamento de certos objetos, máquinas, mecanismos, sistemas, podendo ainda serem identificados com o tipo "saber como funciona". Os trabalhos do tipo *construtivo* referem-se à iniciativa de construir algo com objetivos de introduzir alguma inovação, propor uma solução inusitada, apresentar algo com uma dimensão de inventividade, seja na função, na forma, no processo, na proposição de soluções alternativas e de materiais alternativos. Os trabalhos na área de *investigação* seriam aqueles voltados para a pesquisa, no seu sentido *stricto*, em torno de problemas e situações do mundo científico, tecnológico ou do cotidiano, visando à maior compreensão acerca dos mesmos e à indicação de possíveis soluções. Os trabalhos do tipo *softwares* referem-se à criação e desenvolvimento de programas diversos voltados para o aperfeiçoamento de serviços, para a obtenção e análise de dados de interesse geral ou de interesse específico das áreas técnicas e científicas).

(e) A concretização e apresentação dos projetos/trabalhos práticos, ao final do semestre letivo, deverá ser acompanhada da entrega, por parte do grupo de alunos, de um "Relatório Final" contendo o relato do seu desenvolvimento, o tratamento dos elementos teórico-conceituais envolvidos e os resultados obtidos. Será combinada uma padronização do formato de apresentação dos Relatórios, tendo-se em vista a possibilidade de publicação.

(f) Os projetos/trabalhos práticos realizados devem envolver de algum modo, e em alguma medida, conteúdos de Física comumente trabalhados no desenvolvimento da disciplina de *FÍSICA I* dos cursos de engenharia. Esses conteúdos deverão ser explicitados no "Relatório Final".

(g) Será realizada uma seleção dos melhores projetos/trabalhos práticos e daqueles considerados "destaques" por uma equipe de dois ou três professores dessa disciplina. Os referidos projetos/trabalhos práticos deverão ser, posteriormente, divulgados na comunidade de alunos e professores dos cursos de engenharia do CEFET-MG.

(h) Ficará por conta e responsabilidade de cada grupo providenciar os materiais e equipamentos necessários ao desenvolvimento de seu projeto/trabalho prático, podendo ser utilizada a contribuição de patrocinadores. No limite do que for possível e conveniente, o Laboratório de Física e o LACTEA poderão colaborar cedendo, a seu critério, materiais ou equipamentos a título de empréstimos.

Como recursos básicos necessários propusemos e utilizamos os seguintes elementos:

1. Utilização, além do próprio Laboratório de Física, das salas de trabalho do LACTEA (duas salas com área total de cerca de 200 m<sup>2</sup>), incluindo a utilização de ferramentas e instrumentos, em geral, assim como dos seus equipamentos de computação e sistemas de audio-visual, nos oito horários (de 50 minutos cada) correspondentes às aulas de laboratório de *FÍSICA I* das quatro subturmas mencionadas, durante o respectivo semestre letivo.

2. Assessoria de 1 (um) monitor do LACTEA para acompanhamento dos alunos nos horários mencionados.

Ao iniciar-se o semestre letivo foram constituídos 17 (dezesete) grupos de alunos, com média de 4 (quatro) alunos por grupo. Após um período inicial de análise de interesses e de possibilidades, que costuma durar de 2 a 3 semanas de aulas e onde já se pode observar claramente o esforço, por parte dos alunos, de desenvolvimento da habilidade de “enfrentamento de problemas novos”, ficou definida, em acordo com os professores, a realização dos projetos/trabalhos práticos relacionados no Quadro I.

Quadro I: Projetos/trabalhos Práticos escolhidos

Grupo Nº	Títulos dos trabalhos escolhidos	Categorias
1	Compressor de ar e bomba de vácuo	Didático
2	Alarme de automóvel	Didático
3	Air bag	Didático
4	O Metrô	Didático
5	Sistemas de frenagem de automóveis	Didático
6	Geração de energia elétrica por roda d'água	Didático
7	Motor de combustão interna	Didático
8	Energia solar por fotocélula	Didático
9	Lâmpadas fluorescentes (*)	Didático
10	Cinto de segurança (*)	Didático
11	Carneiro Hidráulico (**)	Didático
12	Datashow alternativo	Construtivo
13	Foguete de água	Construtivo
14	Dispositivo para medida da aceleração da gravidade	Construtivo
15	Projéteis em vazamentos de água: análise de trajetórias possíveis	Construtivo
16	Dispositivo mecânico para estudo da persistência ótica	Construtivo
17	Aquecedor solar de baixo custo para uso complementar (*)	Construtivo

É interessante notar que os trabalhos se distribuíram entre duas das quatro categorias possíveis, com maior incidência na categoria de *trabalhos didáticos* e este fato pode ser instrutivo no planejamento de futuras aplicações dessa metodologia, seja no sentido de aprofundarmos nos aspectos de orientação pedagógica nessas duas categorias, seja no sentido de buscarmos formas de incentivar o desenvolvimento nas outras duas categorias.

Devemos destacar que no Quadro I, os asteriscos simples (\*) indicam trabalhos que não chegaram a se concretizar e o asterisco duplo (\*\*) indica trabalho cujo tema mudou ao longo do processo. Tais ocorrências se deveram a fatores múltiplos, entre os quais a significativa evasão de alunos calouros já no primeiro semestre do curso, da ordem de 24% considerando apenas a turma de Engenharia Mecânica neste semestre. O impacto negativo dessa evasão no desenvolvimento regular desta metodologia levou-nos a estabelecer contato com o NAE-Núcleo de Apoio ao Ensino dessa instituição para, juntamente com profissionais de pedagogia e

psicologia, planejar o levantamento das causas desse fenômeno, o que ocorrerá a partir do segundo semestre deste ano e deve gerar dados importantes relacionados a toda a problemática da adequação dos cursos de Engenharia às demandas atuais.

Percebemos também como um fator especialmente perturbador no desenvolvimento desta metodologia a tradicional pressão da carga elevada de provas e trabalhos acadêmicos a que são submetidos os alunos já desde o início do curso. Isto nos leva a pensar nos problemas que decorrem da introdução de novas metodologias ao lado da preservação de metodologias tradicionais. Este aspecto, entretanto, deverá ser devidamente considerado por ocasião da implementação definitiva das diversas ações já previstas no projeto PRODENGE/CEFET, sendo uma delas a revisão da grade curricular, da carga horária das disciplinas e das metodologias vigentes.

Vale mencionar outro fator adicional de dificuldades que encontramos nesse semestre, interferindo no desenvolvimento das atividades, que foi a ocorrência de uma greve nas IFES nos meses de maio e junho últimos.

A despeito das dificuldades assinaladas, consideramos que os resultados obtidos foram, em geral, positivos e encorajadores no sentido de prosseguirmos no desenvolvimento desta metodologia. Com efeito, cerca de 70% dos trabalhos realizados (10 em 14) apresentaram qualidade adequada a uma mostra pública, índice que supera a expectativa (de 60%) estabelecida na meta desta proposta que diz respeito à promoção dos resultados junto à comunidade dos cursos de Engenharia. Além disto, obtivemos um índice de cerca de 14% (2 em 14) de trabalhos realizados com nível de "destaque" (trabalhos de números 3 e 15 do Quadro I), o qual não atingiu os 20% esperados mas pode ser considerado bastante satisfatório frente às condições e circunstâncias vigentes nesse período.

A promoção dos trabalhos será realizada de duas formas: com a realização, no próximo mês de agosto, de uma mostra pública no âmbito do CEFET-MG e com a transformação dos Relatórios Finais dos trabalhos "destaque" em artigos que serão enviados a jornais e revistas especializadas.

Finalmente, julgamos importante destacar que as impressões gerais colhidas entre os alunos participantes indicam uma série de pontos positivos. Eles destacam o aprendizado, muitas vezes surpreendente, tanto de elementos conceituais ligados à disciplina quanto de técnicas básicas de uso de ferramentas, instrumentos de medidas etc. Demonstram ainda grande entusiasmo frente à percepção mais consciente da importância do trabalho em equipe e da ampliação de sua capacidade de resolver problemas práticos de ordem diversa.

Diversos outros aspectos poderão, certamente, ser considerados na análise do processo de desenvolvimento desta metodologia. Uma aplicação continuada da mesma deverá propiciar novas conclusões e ajustamentos que poderão contribuir para um maior conhecimento de causa e para a melhoria do ensino das disciplinas básicas nos cursos de engenharia.

### **Bibliografia:**

BRYAN, Newton A.P. - "Mutações técnicas e organizacionais e o ensino tecnológico", Rev. *Universidade e Sociedade*, Ano III, N.5, p.53, julho 1993.

- FEYNMAN, Richard P. - *Estás a brincar, Sr. Feynman?* Trad. I.Neves, Gradiva, Lisboa, 1988.
- KAPITZA, P. - *Experimento, Teoria e Prática; Artigos e Conferências*, Trad. J. Rigol, p.248, Editorial Mir, Moscú, 1985.
- MILLAR, Robin - "Meio para alcançar um fim: o papel dos processos no ensino de ciências" (trad.Anderson F.F.Higino), in *Practical Science*, Ed.B.E. Woolnough, Open University Press, Buckingham, 1991.
- MOURA, Dácio G. - *A dimensão lúdica no ensino de ciências; atividades práticas como elemento de realização lúdica*, tese de doutorado, FEUSP, São Paulo, 1993.
- MOURA, Dácio G. - "Feiras de Ciências: Necessidade de Novas Diretrizes", *Rev. Presença Pedagógica*, N.6, Ed.Dimensão, Belo Horizonte, Nov./Dez. 1995.
- MOYER, Albert E. - "Edwin Hall and the emergence of the laboratory in teaching physics", in *The Physics Teacher*, p.96, February, 1976.
- TAMIR, Pinchas - "O trabalho prático na ciência da escola: uma análise da prática atual" (trad.Anderson F.F.Higino), in *Practical Science*, Ed.B.E. Woolnough, Open University Press, Buckingham, 1991.
- TOH, Kok-Aun - "Factors affecting success in science investigations", in *Practical Science*, Ed. B.Woolnough, Open University Press, Buckingham, 1991.
- WOOLNOUGH, B.E. e Allsop, T. - *Practical Work in Science*, Cambridge University Press, 1985.
- WOOLNOUGH, Brian E. - "Practical science as a holistic activity", in *Practical Science*, Ed.B.E. Woolnough, Open University Press, Buckingham, 1991.