

Antônio Carlos de Andrade
UFMG

Leonardo Gabriel Diniz
CEFET-MG

Júlio César Costa Campos
UFV

UMA METODOLOGIA DE ENSINO PARA DISCIPLINAS DE LABORATÓRIO DIDÁTICO

A TEACHING METHODOLOGY FOR UNDERGRADUATE LABORATORY CLASSES

RESUMO

Este trabalho propõe alterações na metodologia tradicionalmente adotada em disciplinas experimentais de Física e Engenharia. Baseada em experiências vivenciadas pelos autores na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e na Universidade Federal de Viçosa (UFV), a metodologia apresentada visa a um caráter mais investigativo nas aulas práticas, cujo principal objetivo pode ser enquadrado na busca por um ensino por competências. A fim de proporcionar uma base ao aluno iniciante nos cursos de laboratório, é discutida a necessidade de criação de uma disciplina introdutória, que vem sendo oferecida pela UFMG desde o primeiro semestre de 2011. A partir do segundo semestre de 2011, essa disciplina também vem sendo ofertada pela UFV, em sistema de videoconferência. Está sendo desenvolvido um projeto-piloto de virtualização dessa disciplina, a fim de disponibilizá-la via Internet para outras instituições de ensino.

Palavras-Chave: Laboratório. Física. Engenharia. Metodologia. Didática.

ABSTRACT

This paper proposes some changes in the methodology traditionally adopted in both experimental Physics and Engineering disciplines. Based on the authors' experience at Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) and Universidade Federal de Viçosa (UFV), the methodology proposed intends to provide a more investigative character to practical classes, which principal aim can be considered the search for an education for competence. In order to provide a basis for the beginning student in laboratory courses, the need to create an introductory discipline has been discussed. This discipline has been offered by UFMG since the first semester of 2011. Since the second semester of the same year, the discipline has also been offered by UFV through video conference system. A pilot project for the virtualization of this course is under development in order to make it available through Internet to other educational institutions.

Keywords: Laboratory. Physics. Engineering. Methodology. Didactic.

Universidade Federal de Minas Gerais

Correspondência/Contato
Av. Antônio Carlos, 6627
Pampulha: 31270-901
BELO HORIZONTE - MG
revistadocenciadoensinosuperior@ufmg.br

Coordenação

Rede de desenvolvimento de práticas de Ensino Superior – Giz/Prograd

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a defesa de um ensino por competências, tal como discutido por Perrenoud (1999), ocupa um grande espaço nas discussões pedagógicas e nas reformas educacionais em todo o mundo. A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), as diretrizes curriculares para a educação básica e superior passaram a definir as competências desejadas para os diferentes níveis de ensino. O parecer CNE/CES 1.304/2001(2011), que traz as diretrizes nacionais para os cursos de Física (modalidade Bacharelado), expõe diversas habilidades e competências desejadas ao aluno egresso, das quais se destacam algumas: diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais ou teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados; resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e a realização de medições até a análise de resultados; apresentar resultados científicos em distintas formas de expressão, tais como relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras. No Parecer CNE/CES n.º 1.362/2001 (2002), que trata das diretrizes nacionais para os cursos de engenharia, destacam-se as seguintes competências e habilidades: projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; identificar, formular e resolver problemas de engenharia.

Dos dois pareceres, pode-se notar que tanto os físicos quanto os engenheiros egressos devem ser capazes de, diante de um problema, formular procedimentos e ter capacidade de análise de resultados. Essas competências tornam-se especialmente importantes para o engenheiro consultor. Portanto, deve-se perguntar: como as disciplinas experimentais vêm trabalhando essas competências nos cursos de Física e de Engenharia? Segundo Oliveira (2001), apesar das competências desejadas, ainda é possível constatar que as atividades de laboratório assumem frequentemente um caráter fechado, quase sempre apoiado por roteiros do tipo “receita”. Psillos e Niedderer (2002) apontam que nas aulas de laboratório, normalmente, a maior parte do tempo é utilizada para manipulação de equipamentos e medições, aspectos que contribuem pouco para a ligação entre teoria e experimento. Desta forma, conforme discute Leite e Esteve (2005), os alunos frequentemente realizam as tarefas de forma mecânica durante boa parte das aulas, restando-lhes muito pouco tempo para a parte de análise dos resultados. Em uma pesquisa, os autores citados acima concluíram que grande parte de um grupo de alunos, futuros professores de Física e Química, foi incapaz de analisar criticamente os dados de laboratório por meio dos roteiros tipo receita.

Essa situação também é retratada em dois trechos extraídos da Pré-proposta da Câmara de Graduação da UFMG, denominada “Flexibilização curricular na UFMG” (2009). No primeiro consta o seguinte:

As aulas constituem o processo no qual o Professor estuda e, na melhor das hipóteses, recria e reinterpreta o conhecimento para, então, repassá-lo ao aluno. Esse processo é seguramente uma alternativa válida e legítima de ensino. Constitui, no entanto, o método dominante em alguns cursos, transformando o aluno em elemento passivo da aprendizagem. O aluno não é estimulado a exercer sua capacidade de compreensão, estruturação dos problemas, nem a buscar, sozinho, soluções. O exercício da reinterpretação e do olhar crítico chega a ser inibido (Flexibilização curricular na UFMG, 2009).

E, no segundo trecho:

Na atual concepção, mesmo a aula prática é concebida apenas para conectar o pensar ao fazer. É apresentada como a execução de um experimento, sem a opção de discussão de sua representatividade, ou da recolocação de novas soluções. O aluno não é, portanto, levado, de uma forma acadêmica e pedagogicamente elaborada, a trabalhar o conhecimento com o objetivo de: desenvolver sua capacidade de estruturar e buscar soluções alternativas às propostas; ter um pensamento independente; contextualizar problemas (Flexibilização curricular na UFMG, 2009).

Estes dois argumentos denotam o conhecimento do nosso paradigma atual de ensino e a preocupação da comunidade acadêmica com os fatores limitantes e aparentemente intransponíveis da metodologia atual. Diante disso, a proposta de novas metodologias para disciplinas de Laboratório com foco nas competências do aluno se mostra bastante oportuna e relevante. Entre opções metodológicas, podem-se citar os trabalhos desenvolvidos pelos professores Ventura, Moura e Moreira (2007, 2004), do Laboratório de Ciência, Tecnologia, Educação e Arte, que são baseados na pedagogia de projetos. Constituem também outros exemplos de metodologia alternativa em desenvolvimento os trabalhos de Ventura (2002) e Hernández (1998).

Tendo como objetivo geral a melhoria do ensino de laboratório, este trabalho propõe, especificamente, a adoção de “adaptações” na metodologia tradicionalmente utilizada nas disciplinas de Laboratório Didático. As “adaptações” sugeridas foram obtidas a partir de experiências metodológicas vivenciadas no período de 2007 a 2011 em laboratórios didáticos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e em laboratórios da Universidade Federal de Viçosa (UFV), através de uma parceria entre as duas instituições. Os autores definem a metodologia tradicional como aquela centrada no

uso rígido de roteiros detalhados para a elaboração de práticas e relatórios, comumente chamados de roteiros tipo “receita”, sem maiores variações didáticas.

A justificativa para este trabalho tem origem no percurso do primeiro autor como docente na UFMG. Desde os primeiros anos de sua carreira, ele observava um comportamento mecânico dos alunos nas disciplinas de Laboratório, com a produção de relatórios pobres em análise de resultados. Esse comportamento é observado até a atualidade. Outro ponto observado consistia na insuficiente integração entre as disciplinas teóricas e experimentais, ação necessária para maximizar os resultados de qualquer proposta de aula prática.

Tomando esse quadro como alvo de reflexão constante, o primeiro autor procurava estratégias que permitissem ao aluno o desenvolvimento das competências desejadas de forma mais satisfatória. Entretanto, somente a partir de 2007 o docente optou por explorar tais alternativas didáticas de forma mais intensa. Como é no laboratório de Física que os alunos começam a adquirir sua formação experimental para os cursos de Engenharia, qualquer proposta mais ampla teria que considerar esse fato. Isso motivou o professor a lecionar práticas de Física Experimental para os alunos do Curso de Engenharia Mecânica da UFMG, com a anuência da Chefia do Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas (ICEX/UFMG). Paralelamente, o professor também lecionava com o mesmo objetivo, a disciplina de Laboratório de Fluidos do Curso de Engenharia Mecânica para alunos de períodos mais avançados, no DEMEC.

O trabalho no ITEX durou até 2009, quando resultados satisfatórios foram obtidos através de um processo que exigia muito do aluno. Nesse período, ainda faltava uma boa aceitação da proposta por parte da classe. Deve-se ressaltar que, nesse período, o professor teve auxílio de dois alunos bolsistas de um projeto especial de graduação denominado PEG21 – Uma Metodologia para Disciplinas de Laboratório, que logrou menção honrosa por destaque entre os trabalhos apresentados na Semana do Conhecimento da UFMG/2007.

De 2009 em diante foi iniciada uma parceria com a Universidade de Viçosa (UFV), para a aplicação e desenvolvimento contínuo das opções metodológicas testadas, entre as quais se citam: dependência mínima dos roteiros e maior participação do aluno em atividades realizadas antes da etapa de aquisição de dados, a saber: atividades de pesquisa bibliográfica, formulação e simulação da prática. Também é realizada, após a etapa de aquisição de dados de cada prática, a apresentação dos resultados pelos alunos para discussão e correções em sala.

O segundo autor também utilizou a mesma metodologia no ano de 2008, em paralelo com o primeiro autor, para uma turma de laboratório da disciplina Física Experimental ME, verificando um potencial melhor do que a proposta didática vigente.

Além das experiências vivenciadas na UFMG, a metodologia vem sendo aplicada e desenvolvida em paralelo no curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Viçosa, por meio de uma parceria estabelecida em 2009 com o terceiro autor.

Nesse período já havia sido detectada a necessidade da criação de uma disciplina nova, visto que qualquer proposta metodológica lecionada isoladamente em qualquer laboratório não seria suficiente para a obtenção de resultados permanentes no aprendizado do aluno.

Dessa forma, em 2009 foi elaborado um projeto de criação de novos materiais didáticos consistindo na proposta da nova disciplina e de um livro-texto associado. O projeto foi viabilizado a partir de um edital do GIZ/UFMG - Rede de Desenvolvimento de Metodologias do Ensino Superior - e iniciado em 2011. Atualmente, a disciplina eletiva intitulada Introdução ao Laboratório Didático está sendo ofertada para 150 alunos por ano na UFMG e, simultaneamente, vem sendo transmitida por videoconferência para alunos da UFV.

2. PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA DISCIPLINAS DE LABORATÓRIO

Esta proposta sugere a adoção de um enfoque mais científico e investigativo para as aulas práticas cujo principal objetivo pode ser enquadrado na busca de um ensino por competências. A metodologia é pouco dependente da qualidade da estrutura laboratorial, das preferências pessoais do professor e de fácil adaptação às disciplinas de Laboratório de Física e Engenharia. Como a descrição detalhada de qualquer experiência metodológica pode incluir gosto pessoal, apresentam-se a seguir apenas as linhas gerais da proposta.

A metodologia classificada pelos autores como tradicional é caracterizada pela realização quase exclusiva de uma série de práticas e de relatórios com o auxílio de roteiros detalhados o suficiente para que as atividades sejam realizadas no tempo previsto. Nas aulas tradicionais, as atividades predominantes consistem na instrução inicial com a realização de medições e, às vezes, com a finalização dos relatórios ainda na aula. A estrutura e funcionamento dos laboratórios didáticos de Física do ICEX se en-

quadram nessa descrição, assim como ocorre em diversas instituições de ensino superior. No caso específico, cada turma é dividida em grupos que realizam uma prática por semana. Nas aulas seguintes, os grupos se revezam entre as montagens experimentais existentes no laboratório. A cada prática deve ser entregue um relatório que, em conjunto, constitui a maior parte da avaliação.

Independentemente das particularidades, o exemplo se enquadra na definição de metodologia tradicional, pelo foco e amplitude dos objetivos pretendidos, quais sejam: a visualização e realização de medições; o contato do aluno com o ambiente do laboratório (que pode estar frequentando pela primeira vez) e com a instrumentação; a realização de procedimentos prescritos no roteiro da prática; a elaboração do relatório segundo orientação dada. Estes objetivos são assim definidos tendo em vista que os alunos ainda não têm o conhecimento necessário e, portanto, capacidade para uma instrução de laboratório mais aprofundada e detalhada. Por outro lado, estes objetivos permanecem sem evolução nos laboratórios posteriores ou, caso mudem, não vêm acompanhados da instrução necessária. Muitas vezes, os próprios objetivos didáticos e a falta de integração entre as disciplinas práticas ao longo do curso impedem que a formação experimental do aluno seja sistematizada e progressiva.

Partindo da metodologia tradicional, baseada em roteiros do tipo receita, a nova proposta de metodologia traria mudanças com relação a:

- Pré-requisitos;
- *Software*;
- Programa da disciplina;
- Roteiros de práticas;
- Análise de resultados;
- Relatórios de práticas;
- Avaliação;
- Comportamento.

Pré-requisitos

Nesta proposta, o ideal é que as disciplinas de Laboratório sejam cursadas no semestre seguinte à disciplina teórica. Quando aulas práticas e teóricas são lecionadas no mesmo período, não é raro o conteúdo teórico defasar-se em relação à parte prática em alguma aula de Laboratório. Fato decorrente, às vezes, da falta de integração entre os professores de ambas as disciplinas. A escolha de práticas também fica limitada ao que

já foi visto na aula teórica, exceto no caso de inversões intencionais no programa, determinadas mais pela necessidade do que por algum objetivo didático específico. Por exemplo, o aluno fazer a disciplina de Laboratório antes da disciplina teórica, ou realizar uma prática antes do contato com a base teórica.

Apesar de a teoria ser apenas um dos pré-requisitos nessa proposta, não se pretende transformar o laboratório em algo muito mais difícil de ser cursado do que as disciplinas mais difíceis do curso. Por sua vez, é preciso garantir o pré-requisito teórico anterior à prática (medições), mas de forma facilitada. Para isto existem alternativas. Por exemplo, pode-se propor ao aluno, em aula prática anterior, a resolução de um problema teórico que contemple a conceituação teórica do problema a ser investigado no laboratório. Na aula seguinte, ainda anterior à prática (medições), o professor pode discutir o problema em detalhes com os alunos. Os alunos devem trazer sempre o livro-texto da disciplina teórica.

Na possibilidade de um bom alinhamento entre os planos de curso das várias disciplinas teóricas e práticas, as mesmas práticas a serem analisadas experimentalmente nas disciplinas de Laboratório podem ser discutidas previamente na disciplina teórica, mas até o limite da teoria, quais sejam, as etapas de formulação e simulação teóricas. Estas atividades podem constituir parte de aulas teóricas demonstrativas. Recurso raríssimamente utilizado nas aulas teóricas, mas de valor excepcional a ser desenvolvido. Infelizmente, entre outros motivos, tais tipos de atividades colaborativas entre professores geralmente competem com outras atribuições que os mesmos devem desempenhar.

Software

É imprescindível o uso de um *software* adequado para o processamento dos cálculos, por exemplo, para otimizar o tempo gasto com cálculos repetitivos de estimativas de propagação de incertezas – conceito importante, mas que não tem sido explorado de modo satisfatório no laboratório. Incertezas auxiliam na análise de resultados, mesmo quando utilizadas em ordem de grandeza. Esse conceito não necessita ser trabalhado de forma generalizada em laboratório em todas as práticas, mas sempre que necessário em práticas específicas.

É interessante ressaltar que, na década de 1980, não fazíamos gráficos melhores em papel milimetrado do que atualmente. Mas, com os recursos de informática de

hoje, a produção mecânica de gráficos incompletos pode ser facilmente multiplicada sem a orientação correta.

Programa da disciplina

O programa para disciplinas de Laboratório tem formato flexível.

Início: Apresentação do programa, formação de grupos, orientação geral sobre relatórios.

Opcional - Mais uma ou duas semanas com orientações complementares sobre o *software* a ser utilizado, técnicas de apresentação, instruções teóricas complementares necessárias ao laboratório e de metodologia científica (em substituição à disciplina nova Introdução ao Laboratório Didático).

Atividades semanais por prática e por grupo de alunos podem conter várias etapas:

A - Formulação, simulação, definição do procedimento experimental;

B - Apresentação da formulação, simulação e procedimento experimental;

C - Aquisição de dados;

D - Apresentação dos resultados;

E (opcional) - Apresentação de uma das práticas no formato de artigo;

F - Um ou dois testes individuais sobre todas as práticas realizadas com consulta a todos os materiais impressos disponibilizados pelos grupos nas apresentações, além do livro-texto utilizado na disciplina teórica.

As atividades podem ser aglutinadas ou eliminadas a critério do professor, dependendo do tipo de prática mais compatível ao conteúdo da disciplina. As atividades (A) têm início na aula com prazo até a aula seguinte para apresentação. As atividades (B) e (C) podem ser prolongadas por mais semanas, dependendo da necessidade. Cada grupo pode desenvolver uma prática diferente ou ser utilizada uma mesma prática para todos os grupos. Observa-se que a etapa de aquisição de dados é da ordem de um quarto do processo total, o que se considera adequado em termos do processo completo de experimentação. As atividades de apresentação permitem a identificação, registro e correção das deficiências dos alunos em tempo real e substitui grande parte do tempo gasto pelo professor para correção de relatórios ou orientação individual dos alunos sobre seus erros.

Se a disciplina nova, que será discutida na seção III, for incorporada aos currículos dos cursos de Engenharia, as semanas iniciais com instruções de preparação para o laboratório poderão ser substituídas por mais um módulo de experimentação.

Roteiros de práticas

O roteiro tradicional deve ser modificado. Neste reside a maior crítica sobre a metodologia tradicional. Os roteiros detalhados, feitos com o intuito de que a prática ocorra no tempo fixado, estão perfeitamente de acordo com os objetivos da aula tradicional. Por outro lado, roteiros desse tipo são mais aplicáveis em atividades de treinamento com pouca contribuição para a pretendida formação de engenheiros ou físicos com elevada capacidade de análise crítica. Um exemplo de prática típica de treinamento é aquela na qual o aluno realiza medições e as aplica nas equações predefinidas pelo roteiro. O objetivo é, claramente, a realização prática de um procedimento normatizado que, às vezes, não solicita uma comparação com os resultados da teoria. Se, por um lado, esse tipo de aula é válida como prática, por outro lado, o fato de o aluno aplicar equações explicadas no texto do roteiro e seguir procedimentos científicos sobre os quais não refletiu não significa que tenha aprendido a utilizar a teoria de forma autônoma, nem que esteja adquirindo a formação experimental adequada. Tais atividades práticas de treinamento poderiam ser mais enriquecidas.

No roteiro modificado propõe-se que sejam mantidos o título, o problema a ser resolvido, os equipamentos e materiais disponíveis para medição, bem como as medidas requeridas. Ou, alternativamente, o professor apresenta verbalmente os materiais e métodos disponíveis, bem como o problema. Considera-se que, quanto mais aberto, bem definido e menos detalhado o problema, melhor. Lembrando que o problema deve ser compatível e similar com o do livro-texto e a matéria cursada na disciplina, para que o nível de dificuldade de formulação seja compatível com o nível de conhecimento da classe.

Em muitas práticas, é fundamental o treinamento para o uso adequado dos instrumentos e sistemas de aquisição. Nesses casos, o roteiro tradicional serve integralmente a este objetivo. Uma opção pode ser a utilização dos dois tipos de roteiros. Após o aluno realizar a prática com o roteiro tradicional, mediante orientação do professor, pode-se realizar uma prática modificada em relação à original de acordo com a nova proposta.

A falta de um formulário, ou da formulação teórica, pela proposta nova leva os alunos, automaticamente, a formularem e compatibilizarem a solução de seus respectivos problemas com os materiais e métodos disponíveis. Na proposta tradicional, isto substitui o pré-relatório, recurso utilizado como forma de um contato preliminar do aluno com a prática.

As alterações propostas, apesar de profundas, são consideradas um aperfeiçoamento da metodologia tradicional. O professor pode questionar o fato de esta opção metodológica permitir um menor número de práticas realizadas por turma. Uma vez que as competências experimentais serão trabalhadas, cobrindo as etapas principais de todo o processo de experimentação, acredita-se que esta redução não faz parte de um problema, e sim de uma solução. Além disso, tendo quatro grupos por turma, podem-se estudar quatro práticas a cada mês de aula, uma por grupo, e todos serem avaliados bimestralmente em relação a todas as práticas.

A preparação para a prática requer que o aluno revise a teoria, formule e efetue uma simulação com dados do problema a ser discutido em sala. A simulação é fundamental para que o aluno possa visualizar os resultados de medição e comparar a resposta esperada com o seu programa de computador, em tempo real. Dessa forma, a análise dos resultados e incertezas obtidas, a ser feita posteriormente, não fica comprometida pela ocorrência de erros grosseiros. Práticas específicas podem requerer trabalhos individuais manuscritos de revisão da teoria – outra possibilidade da proposta. Cita-se também a possibilidade de os grupos compararem os resultados de uma mesma prática obtidos de bancadas experimentais semelhantes ou de semestres anteriores.

Todas as sugestões têm como objetivo dinamizar a aula prática promovendo a participação e a aprendizado do aluno por meio de uma relação dialógica e interativa. A flexibilidade do programa não exclui o uso dos roteiros da proposta tradicional ou mesmo da aula prática tradicional como estratégia didática.

Análise de resultados

Em qualquer laboratório, ao longo do curso, o aluno sempre estará confrontando pela primeira vez um tópico específico da teoria com a prática. A falta de experiência anterior específica naquele tópico torna naturalmente difícil a análise de qualquer resultado experimental em confronto com a teoria. Mas a falta de experiência pode ser compensada ensinando-se ao aluno as técnicas e estratégias básicas de análise de resultados. Tais técnicas devem ser sistematizadas à medida que os resultados de cada prática

realizada sejam apresentados e discutidos pelos alunos. A apresentação dos resultados propicia um momento de discussão e reflexão entre alunos e professor com ganho de experiência para ambos. Esta etapa é a mais fundamental de todas, uma vez que as deficiências de um aluno, que, em geral, podem ser de toda a turma, estão sendo esclarecidas de forma dialógica. Por outro lado, o professor está registrando, corrigindo e avaliando os trabalhos dos alunos em sala, proporcionando uma recuperação continuada ao aluno.

Relatórios de práticas

A elaboração de um relatório técnico requer muita informação detalhada e nova a ser passada aos alunos. Paradoxalmente, trabalhar os aspectos essenciais da Metodologia Científica em cada semestre e em cada laboratório, com o intuito de reforçar a formação experimental e capacitar o aluno para a elaboração de relatórios técnicos mais profissionais parece conflitar com a estrutura dos laboratórios didáticos atuais, que, via de regra, estabelecem no programa o cumprimento de práticas semanais.

É interessante comentar que, frequentemente, a preocupação do aluno é de adquirir o padrão de elaboração de relatório de cada professor, quando se poderia estar buscando o aperfeiçoamento do padrão individual de cada aluno. Para minimizar este fato, recomenda-se que o aluno tenha sempre à mão um livro de Metodologia Científica para leitura e reflexão sobre como elaborar melhor seus relatórios.

No quesito relatório, recomenda-se que o aluno frequente a disciplina nova Introdução ao Laboratório Didático, cujo objetivo principal é discutir a elaboração do relatório de prática. Em um sentido figurado, nessa disciplina, uma aula é reservada para a prática e as demais para a discussão do relatório. No laboratório, normalmente ocorre o contrário.

Nas aulas de laboratório atuais, o relatório tem sido substituído pela apresentação de resultados em formato livre e, para uma prática escolhida, tem sido solicitado que cada grupo transforme sua prática em artigo. Esta estratégia apresenta vantagens em relação à elaboração de relatórios completos por alguns motivos. É necessário apenas que o aluno leia poucas páginas que constituem as normas para envio de artigo de algum congresso. Nestas páginas se encontra praticamente toda a formatação necessária para o relatório de prática. Além disso, o aluno é levado a pesquisar em portal de periódicos, bem como a estrutura de artigo pode ser discutida em sala.

Caso relatórios sejam exigidos, recomenda-se que a cada aula prática seja revista uma parte do relatório, por exemplo, a introdução. Ressaltando que esta é a parte mais desconhecida do relatório. Num segundo relatório, pode ser dado um enfoque maior em outra parte, como a metodologia, e assim por diante.

Avaliação

Na metodologia tradicional, são os relatórios e testes que valem boa parte dos pontos. A correção dos relatórios, por sua vez, toma tempo excessivo do professor, com pouco retorno para o aluno. Mesmo quando algum erro é identificado no relatório e comunicado ao aluno, isto não é condição suficiente de que o aluno aprendeu, mas apenas de que foi informado e esclarecido a respeito dos seus erros.

Nessa proposta, os erros devem ser identificados e discutidos principalmente nas apresentações em sala. A partir disso, os grupos têm mais uma semana para entrega dos trabalhos. A avaliação da apresentação dos alunos fica registrada pelo professor (pode ser na folha de presença). Mas a nota da apresentação pode considerar apenas se o grupo trouxe o que foi solicitado com a antecedência suficiente. Isto garante, além da recuperação continuada dos alunos, a qualidade desejada para os trabalhos. Sugere-se a entrega dos trabalhos em forma eletrônica no início da aula, transferindo-os para o computador utilizado nas apresentações. Este conjunto de ações desestimula os grupos a tentarem corrigir seus trabalhos enquanto cada grupo apresenta o seu.

Além dos trabalhos, existe o quesito PP – pontualidade e frequência – e um teste individual (ou dois, em dias diferentes) sobre a matéria vista. Os grupos podem realizar e discutir práticas diferentes. No teste, todos são avaliados, com consulta ao material individual consistindo em todo o material disponibilizado pelos grupos e livro(s)-texto.

No teste, a avaliação cobre todas as práticas discutidas em toda a sua extensão: teoria e prática, mas com questões simples, diretas e efetivamente ligadas ao conteúdo que foi trabalhado no laboratório. Lembrando que cada grupo pode ter efetivamente realizado duas práticas, mas no total estão sendo avaliadas todas as práticas que foram discutidas em sala. Eventuais pontos perdidos devido a atrasos ou faltas podem ser compensados mediante a entrega de pequenos trabalhos manuscritos sobre a matéria. Desta forma, o aluno que trabalha ou com dificuldade de locomoção até a universidade deixa de ser penalizado por estes motivos.

Comportamento

Buscou-se melhorar a metodologia tradicional com ações que direta ou indiretamente contribuam para eliminar os “vícios” e limitações dessa metodologia. Um deles em particular, a cola de trabalhos, merece destaque. Dadas as condições que tornem sem sentido a cola, resta um acordo a ser feito com os alunos. Caso os alunos demonstrem seu interesse e compromisso em relação à disciplina, o conceito pode ser aumentado em um grau a todos. A ética, nessa proposta, é parte de avaliação explícita do comportamento da classe como um todo. Por outro lado, qualquer indício de cola ou conduta antiética por parte de um aluno da turma desfaz o acordo. Dessa forma, algo tão intangível quanto a conduta ética dos nossos alunos também pode ser considerada. Lembrando que a ética nada mais é do que o respeito ao próximo e ao mundo em que vivemos e que o professor tem a obrigação de transmiti-la pelo exemplo próprio.

O que foi apresentado constitui as diretrizes gerais da proposta bem como algumas sugestões pessoais com resultados positivos até o momento. Destacam-se apenas ações já testadas e que são consideradas adaptáveis ao gosto pessoal do docente e às condições de ensino de que dispõe. A qualidade da aula dependerá do grau de experiência do professor, mesmo assim consideramos a proposta válida e aplicável a professores novatos, visto que a postura de professor e aluno, independentemente da vivência acadêmica, deve ser a de aprendizes.

3. A DISCIPLINA NOVA

Alguma informação deve ser dada acerca da disciplina nova, Introdução ao Laboratório Didático, inclusive para efeito de divulgação. Almeja-se, algum dia, que a disciplina possa integrar os currículos dos cursos de Engenharia, nos moldes da disciplina Introdução à Engenharia, que já é uma realidade.

Seu objetivo é dar ao aluno iniciante nas disciplinas de Laboratório todo o referencial necessário para uma conduta mais científica no laboratório e para a elaboração mais profissional de seus relatórios de práticas, já nos primeiros laboratórios. Melhorar a capacidade de análise é outro entre os principais objetivos e o mais difícil, visto que falta experiência ao aluno e que esta só é adquirida com o tempo. Por outro lado, com a formação experimental ampliada na graduação, o aluno egresso terá mais facilidade para se tornar, por exemplo, um engenheiro consultor mais rapidamente.

Acredita-se que esta disciplina seja capaz de preencher esta lacuna dos currículos de Engenharia. A ementa, para a disciplina de dois créditos, é dada a seguir.

EMENTA: Fundamentação metodológica: O laboratório didático, qualidades do pesquisador, ética, a pesquisa científica, noções de redação técnica, tipos e formatação de textos técnicos e científicos. O relatório técnico científico: descrição, detalhamento e estudo de suas partes. Tutorial básico de utilização de *softwares* e recomendações para a produção de textos técnicos, equações, desenhos, figuras, tabelas, gráficos, fluxogramas e memórias de cálculos. Demonstrações de experimentos com ênfase na análise de resultados. Fundamentação Ceórica: Unidades e sistemas de unidades. Sistemas e volumes de controle. Técnicas de formulação por parâmetros concentrados, distribuídos, por Análise Dimensional e Analogia. Noções de Metrologia. Técnicas básicas estatísticas de análise experimental. Lógica de Programação. Técnicas de comunicação verbal e visual – apresentações eletrônicas. Discussão de resultados integrada aos aspectos da metodologia científica e técnicas de análise experimental.

Pode-se perguntar em que difere esta disciplina da instrução dada nos laboratórios didáticos e da disciplina Metodologia Científica?

A disciplina nova tem como objetivo colocar em foco todas as questões relativas à formação experimental que se encontram sem espaço para uma discussão adequada, tanto nas disciplinas teóricas quanto práticas do curso que o aluno frequenta. Procura-se interpretar para a Metodologia Científica e traduzi-la para a realidade do que o aluno realmente necessita no laboratório didático. Além disso, aspectos puramente teóricos versando sobre o entendimento mais preciso das Leis Gerais, Técnicas de Formulação e de Análise Experimental são lecionadas em nível introdutório.

A pouca ou nenhuma sistematização do conteúdo da disciplina Metodologia Científica nos laboratórios bem como a falta de integração entre as disciplinas devida à própria estrutura curricular e objetivos imediatos dos laboratórios não permitem uma formação experimental mais ampla do aluno. Mesmo que o aluno seja orientado a utilizar e consultar um bom livro de Metodologia Científica, provavelmente terá dificuldade em elaborar a introdução de seu relatório.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma proposta com sugestões que permitem a adoção de objetivos de ensino para as aulas práticas com foco diferente do atual e amplitude maior do

que a normalmente utilizada nos laboratórios didáticos classificados como tradicionais.

A adoção de um enfoque mais investigativo com ênfase nas atividades de preparo para a aquisição de dados e discussão de resultados em sala; prazos flexíveis para a realização das tarefas e uso inicialmente de conceitos no lugar de notas nas avaliações constituem opções didáticas que, no conjunto, visam diminuir o número de práticas atreladas a roteiros tipo “receita”, evitando a realização de atividades tipicamente de treinamento, que contribuem pouco para a melhoria da formação experimental e motivação extra dos alunos.

Pode-se enquadrar a metodologia proposta neste trabalho como mais uma alternativa de ensino por competências. A mesma pode ser adaptada a várias disciplinas de Laboratório das diversas instituições, mesmo para o ensino tecnológico e médio. Os bons resultados obtidos de imediato, na avaliação dos autores, é mera consequência do foco e amplitude dos objetivos de ensino propostos. Exemplificando: não há como comparar um relatório feito à mão no tempo da aula com um relatório de prática cujo conteúdo, além de correto, foi feito com auxílio da informática e para o qual houve todo um trabalho de preparo pré e pós-prática.

A expectativa com essa proposta é de que, em médio prazo, erros evitáveis deixem de ocorrer na defesa dos trabalhos de fim de curso. Entre os erros mais frequentes e gravíssimos, citam-se as conclusões constituindo hipóteses que não foram citadas, trabalhos sem análises consistentes, ou com falhas generalizadas na formatação, estrutura e apresentação oral e eletrônica do trabalho.

Considerando que cada laboratório didático tem como prioridade o estudo experimental de sua matéria respectiva, observa-se também a necessidade de criação de uma nova disciplina para prover ao aluno do quarto período, iniciante nas disciplinas de Laboratório, todas as informações necessárias para a realização dos trabalhos práticos e, principalmente, de seus relatórios, de uma forma mais profissional. Isto se tornou possível por meio de um edital do GIZ – Rede de Desenvolvimento de Metodologias de Ensino Superior (Diretoria subordinada à Pro-Reitoria de Graduação da UFMG) publicado em 2009, destinado à criação de novos materiais didáticos.

No primeiro semestre de 2011 a disciplina foi ofertada pela primeira vez e, já no segundo semestre, está sendo ofertada também em sistema de videoconferência, inicialmente para a UFV e atendendo a 150 alunos por ano na UFMG. Há a previsão de a metodologia, desenvolvida inicialmente no ICEX, ser testada integralmente também

em curso de Engenharia do CEFET a partir de 2012, além da disponibilidade da oferta da disciplina nova, na modalidade presencial, por videoconferência, a qualquer instituição ou curso interessado. A proposta metodológica se encontra em teste e em constante desenvolvimento simultaneamente na UFMG e na UFV. A inovação e renovação são características implícitas na proposta, diferente da metodologia tradicional.

Também existe, em andamento, a revisão final para impressão do livro da disciplina, além de um projeto-piloto de virtualização da disciplina que consiste na filmagem de aulas e adequação do material do curso para ser disponibilizado e divulgado pela UFMG via Internet. Sugere-se aos professores interessados que ministrem a disciplina iniciando sempre com a apresentação do conteúdo do livro texto pelos grupos de alunos que compõem suas turmas.

REFERÊNCIAS

- HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.
- LEITE, L.; ESTEVE, E. Análise crítica de actividades laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005.
- MAUES, O. C., WONDJE C., GAUTHIER C. *Duas perspectivas diferentes em relação à abordagem por competências no ensino: os casos do Brasil e do Quebec*. GT Formação de professores, nº 08.
- OLIVEIRA, A. *Trabalho Laboratorial no Ensino da Física: Formação e desempenho de futuros professores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho, 2001.
- Parecer CNE/CES 1.304/2001. Despacho do ministro em 4/12/2001, publicado no diário oficial da união de 7/12/2001, Seção 1, p. 25.
- Parecer CNE/CES n.º 1.362/2001. Despacho do ministro em 22/2/2002, publicado no diário oficial da união de 25/2/2002, Seção 1, p. 17.
- PERRENOUD, P. Construir competências é virar as costas aos saberes? *Revista Pedagógica*, Porto Alegre, nº 11, p. 15-19, Nov. 1999.
- PSILLOS, D. & NIEDDERER, H. Issues and questions regarding the effectiveness of labwork. In: PSILLOS, D. & NIEDDERER, H. (Ed.). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 21-30.
- RETTL, A.M.M. et al. Educação por competência e formação do professor de engenharia. In: OLIVEIRA V.F., CHAMBERLAIN, Z. et al. *Engenharia sem Fronteiras*. Rio Grande do Sul: UPF, 2011.
- VENTURA, P. C. S.; MOURA, D. G.; MOREIRA, A. F. O uso da metodologia de projetos nos cursos iniciais de engenharia do CEFET-MG. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA - COBENGE 2007, Curitiba. Anais do

XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. São Paulo: ABENGE, 2007. v. 1, p. 1-12.

VENTURA, P. C. S.; MOURA, D. G.; MOREIRA, A. F. Projetos de trabalho e suas possibilidades na aprendizagem significativa: relato de uma experiência. *Educação e Tecnologia*, Belo Horizonte, CEFET-MG, v. 9, n. 1, jan.-jun. 2004.

VENTURA, P. C. S. Por uma pedagogia de projetos: uma síntese introdutória. *Educação & Tecnologia*, Belo Horizonte, CEFET-MG, v. 7, n. 1, jan.-jun. 2002.

Universidade Federal de Minas Gerais. Flexibilização curricular na ufmg - pré-proposta da câmara de graduação. Belo Horizonte: UFMG, s.d. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/prograd/arquivos/docs/flexibilizacaoCurricular.pdf>>. Acesso em: agosto de 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao então coordenador dos Laboratórios do Departamento de Física, Professor Agostinho Aurélio Campos, que acreditou nessa proposta e autorizou lecionar os Módulos de Mecânica e Eletromagnetismo da disciplina FIS056 - Física Experimental, ofertada pelo Instituto de Ciências Exatas - ICEX/UFMG para o curso de Engenharia Mecânica da UFMG no período de 2007 a 2009; aos dois alunos bolsistas do Projeto Especial de Graduação (PEG) que foram selecionados para auxiliar no projeto, Andrey Muniz Garcia e Flávio Marcílio de Oliveira, e à Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD), pela oferta das bolsas; à professora Maria de Lourdes Coelho, mestre em Educação, pelas sugestões dadas durante a fase de pesquisa bibliográfica; e ao GIZ, na pessoa de sua diretora, Professora Juliane Corrêa.