



EM BUSCA DE ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS PARA A DISCIPLINA MATERIAIS ELÉTRICOS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE GAMA FILHO

Marcelo de Almeida Duarte - maduarte@ugf.br

Universidade Gama Filho, Departamento de Engenharia Elétrica.
Rua Manoel Vitorino, 625 - Piedade - 20748-900 - Rio de Janeiro - RJ

Nelson Gomes Teixeira – depele@ugf.br

Universidade Gama Filho, Departamento de Engenharia Elétrica.
Rua Manoel Vitorino, 625 - Piedade - 20748-900 - Rio de Janeiro - RJ

Ana Adelaide Moutinho de Amorim – adelaide@ugf.br

Universidade Gama Filho, Vice-Reitoria Acadêmica.
Rua Manoel Vitorino, 625 - Piedade - 20748-900 - Rio de Janeiro - RJ

***Resumo:** A disciplina Materiais Elétricos é ministrada no quinto período do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Gama Filho, sendo obrigatória para as três ênfases: Eletrônica, Eletrotécnica e Telecomunicações. O objetivo da disciplina é apresentar os diversos materiais existentes em uso na Engenharia Elétrica e abrir espaço para o estudo de novos materiais e novas tecnologias.*

Este artigo tem por objetivo relatar tentativas de revitalizar a metodologia de ensino adotada na disciplina, avaliando os avanços alcançados e a distância ainda existente em relação a uma efetiva proposta de desenvolvimento de habilidades e competências, conforme é preconizada nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia.

***Palavras-chave:** Materiais elétricos, Novas metodologias de ensino em engenharia, Metodologia de ensino para o desenvolvimento de competências e habilidades.*

1. O PROBLEMA

A disciplina Materiais Elétricos está incluída no núcleo de conteúdos profissionalizantes da atual estrutura curricular do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Gama Filho, tendo caráter obrigatório para os alunos de qualquer uma das três ênfases de graduação oferecidas: Eletrônica, Eletrotécnica e Telecomunicações. A disciplina é lecionada no quinto período letivo do aconselhamento curricular e versa sobre as estruturas de diversos materiais utilizados nas atividades profissionais dessas três ênfases.

A atividade docente, na disciplina em questão, provocava muitas inquietações no professor por ela responsável, em razão, principalmente, das seguintes dificuldades evidenciadas continuamente:



- a) conteúdo programático extenso, diante de reduzida carga horária (três tempos de aulas de 50 min semanais, sendo dois tempos destinados à parte teórica e um à parte prática), durante um único semestre letivo;
- b) permanente desafio diante do contínuo surgimento de novos materiais utilizados na área elétrica;
- c) falta de motivação dos alunos diante da metodologia rotineiramente empregada, que se resumia em aulas expositivas, com projeções de transparências e uso do quadro de escrever, além de atividades práticas, palestras e projeções de vídeos.

Em decorrência dos fatos mencionados, buscou-se minimizar os aspectos negativos da prática pedagógica desenvolvida, por meio de duas tentativas de revisão da metodologia de ensino até então utilizada.

As primeiras avaliações demonstraram que foram alcançados resultados razoáveis em decorrência das medidas adotadas. No entanto, como resultado de reuniões de cunho pedagógico sob a liderança da Assessoria Pedagógica da Vice-Reitoria Acadêmica da Universidade, com o objetivo de estudar os atuais paradigmas educacionais e propostas para a educação superior, expressas na literatura atualizada e nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos Superiores, entre elas, a do Curso de Engenharia (BRASIL, 2002 e BRASIL, 2003), novas inquietações surgiram.

Concluiu-se que as duas primeiras experiências tinham se constituído em iniciativas ousadas e inovadoras, mas que poderiam apresentar melhor fundamentação teórica, quanto ao processo de aprendizagem.

Sendo assim, foi retomada a busca de alternativas metodológicas para a disciplina Materiais Elétricos e, finalmente, acredita-se poder apontar caminhos mais apropriados, não apenas para este componente curricular, mas também para muitos outros, seja no âmbito da Engenharia ou de outras áreas de conhecimento.

2. A PRIMEIRA TENTATIVA

A primeira tentativa de revisão da metodologia até então utilizada ocorreu no segundo semestre de 2000 e constituiu-se na adoção de procedimento de ensino em grupo, além das aulas práticas, palestras e projeções de vídeos já comumente realizadas. Desse modo, buscava-se possibilitar uma participação mais ativa dos alunos, incluindo a troca de opiniões entre eles, bem como o desenvolvimento de certas habilidades de pesquisa.

Dentre as atividades práticas, destacam-se os testes em semicondutores, verificação da relação entre a energia luminosa e a energia elétrica, comparação entre curvas de LEDs de cores diferentes, entre outras já usualmente desenvolvidas.



Quanto às palestras proferidas durante o período letivo, elas versavam sobre a utilização de alguns materiais elétricos, como o cobre, por exemplo, de modo que o Instituto Procobre tornou-se um constante e importante colaborador para a disciplina.

As projeções de vídeo, geralmente, abordavam a utilização de condutores metálicos em instalações elétricas, a fabricação e utilização de fibras ópticas e o uso de lasers em operações cirúrgicas.

Além dos procedimentos usuais anteriormente descritos, buscou-se desenvolver também discussões e debates num único grupo, composto pelo professor e por todos os alunos da turma.

Durante esses debates, o professor atuava apenas como mais um integrante do grupo de trabalho, embora um pouco mais experiente. Isso não significava o desempenho de um papel menos importante. Pelo contrário, o docente era responsável por ajudar os alunos na organização de suas tarefas, por orientá-los no processo de pesquisa e planejamento da comunicação dos resultados obtidos, assim como por intervir quando o conteúdo apresentado estivesse incompleto ou equivocado. Finalmente, cabia ao professor promover a avaliação coletiva de todas as atividades.

Os temas dos debates, propostos nessas atividades, estavam sempre de acordo com o conteúdo programático da disciplina, reproduzido a seguir, dividido em temas, voltados para cada um dos seus capítulos:

- *Capítulo 1: Introdução à ciência e à engenharia dos materiais: onde é apresentado o básico do estudo de materiais elétricos (definições, diferenças entre ciência e engenharia dos materiais, classes de materiais, competição e tendências futuras na utilização dos materiais).*
- *Capítulo 2: Estrutura e ligações atômicas: é feita uma revisão ampliada de química, onde são estudadas as estruturas dos átomos, números e massas atômicas, estrutura eletrônica dos átomos e tipos de ligações atômicas e moleculares.*
- *Capítulo 3: Propriedades elétricas dos materiais: tema de maior interesse para a ênfase eletrônica. Contém tópicos que envolvem a condução elétrica em materiais, modelo de bandas de energia para a condução elétrica, estudo de semicondutores intrínsecos, extrínsecos e compostos, além de um breve estudo sobre microeletrônica.*
- *Capítulo 4: Materiais magnéticos: tema de maior interesse para a ênfase eletrotécnica. Contém tópicos para o estudo de campos e grandezas magnéticas, tipos de magnetismo, efeito da temperatura em materiais ferromagnéticos e o estudo das características de ferrites, dentre outros tópicos.*
- *Capítulo 5: Propriedades ópticas e materiais supercondutores: tema de maior interesse para a ênfase telecomunicações, onde se estudam a luz e o espectro eletromagnético,*



refração da luz, absorção, transmissão e reflexão, emissão estimulada de radiação e lasers, fibras ópticas e materiais supercondutores, dentre outros tópicos. Nesse caso, a ênfase maior é dada na transmissão e recepção de sinais via fibras ópticas, material muito usado em telecomunicações.

Como fontes de consulta, foram utilizados não só a bibliografia básica da disciplina, o livro *Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais* (SMITH, 1998), como também produções científicas recentes e artigos encontradas nos meios de comunicação (jornais, revistas e, principalmente, Internet), por meio de pesquisas empreendidas pelos alunos.

3. A SEGUNDA TENTATIVA

Ao final do semestre, evidenciou-se que, embora tivesse sido dado o primeiro e fundamental passo para a quebra do tradicional modelo pedagógico adotado na disciplina, seria oportuno ampliar ainda mais a variedade de procedimentos de ensino adotados. Passou-se, então, a partir do primeiro semestre de 2001, a trabalhar com pequenos grupos, além de se continuar promovendo aulas práticas, palestras sobre temas afins à disciplina, projeções de vídeos e debates em um único grupo.

O conteúdo programático passou, então, a ser estudado da seguinte forma: três unidades (capítulos 1, 2 e 5) deram origem a debates entre os componentes de um grande e único grupo, como na primeira tentativa, enquanto que as duas unidades restantes (capítulos 3 e 4) foram destinadas ao trabalho em pequenos grupos, orientados pelo professor, culminando com apresentações orais em sala de aula.

Os alunos passaram a ser avaliados individualmente. Desse modo, alunos pertencentes a uma equipe eram avaliados levando-se em conta o seu próprio desempenho, em lugar de ser atribuída uma única nota a todos os componentes de um mesmo grupo.

O conteúdo programático, nas duas situações, era previamente indicado pelo professor aos alunos, pautando-se na bibliografia básica. Eles eram, então, estimulados a pesquisar sobre os temas indicados, usando a Internet ou outros meios de comunicação, como jornais, revistas ou livros, além do Campus Virtual da Universidade (Biblioteca Virtual ou Weblioteca), onde estão disponíveis páginas eletrônicas sobre diversos assuntos, sugeridas por professores e alunos.

Especificamente em relação ao trabalho em pequenos grupos, eram organizadas equipes compostas por três ou quatro alunos, orientadas a trabalhar de acordo com a seguinte cronologia:

- 1) Na primeira semana: atribuição de um ou dois tópicos do capítulo a ser estudado (3 ou 4), como tema de trabalho para a apresentação de cada equipe, de modo que houvesse equilíbrio quanto à quantidade e à dificuldade da tarefa destinada a cada grupo, e de modo que todo o conteúdo programático previsto no capítulo pudesse ser desenvolvido.



- 2) Na segunda semana: discussão em grupos, na sala de aula, com a supervisão do professor, a fim de definir os aspectos relevantes a serem considerados no trabalho. Nessa ocasião, era preservada a privacidade dos grupos, com relação às idéias e soluções por eles encontradas para a apresentação de seus trabalhos.
- 3) Na terceira semana: apresentação ao professor do roteiro da exposição planejada pelo grupo e do material audiovisual a ser utilizado durante a mesma, a fim de que ele pudesse apoiar os alunos, por meio de críticas e sugestões.
- 4) Na quarta semana: apresentação oral de cada grupo, num período de tempo não superior a 20 min, de modo que o conteúdo programático do capítulo em estudo pudesse ser vencido em um único dia.
- 5) No mesmo dia das apresentações: oportunidade para que todos os participantes da turma pudessem fazer perguntas a respeito das explicações, cabendo ao professor subsidiar os interrogados, caso se fizesse necessário.
- 6) Ainda no mesmo dia: finalmente, eram feitas observações, geralmente versando sobre o conteúdo discutido, a integração entre os componentes das equipes, as falhas e os acertos durante as apresentações, visando a alertar os alunos para trabalhos subseqüentes.

É importante registrar que se buscou inverter a ordem de apresentação dos grupos nas duas apresentações, de modo que ninguém se sentisse prejudicado.

Não foram poucos os obstáculos que se fizeram presentes durante a segunda tentativa de reformulação metodológica da disciplina, mas tentou-se torná-los elementos mobilizadores para a busca de soluções e, conseqüentemente, para o desenvolvimento profissional docente.

Destaca-se, como uma séria questão enfrentada, a dificuldade dos alunos em fazer apresentações orais para o grupo de colegas. Eles se mostravam inseguros, tímidos e totalmente despreparados para essa tarefa. Poucos conseguiam se expressar de forma clara e interessante, assim como lidar com os recursos didáticos. Tal fato evidenciou-se, especialmente, na baixa qualidade das transparências por eles confeccionadas.

Como forma de contornar, pelo menos em parte, o problema, foi que se passou a solicitar aos alunos que submetessem previamente ao professor, na etapa 3, o seu roteiro de apresentação, bem como o material audiovisual correspondente, de modo que pudessem ser feitas sugestões para o seu aperfeiçoamento, antes da comunicação à turma.

Outra dificuldade registrada foi poder contar com a presença de todos os alunos nas três primeiras etapas do trabalho. Nas apresentações, entretanto, a presença tendeu a ser integral.

Como aspectos positivos, verificou-se que, ao se trabalhar inicialmente com um único grupo, foi possível quebrar a formalidade existente entre professor e alunos e entre os próprios discentes.



Isso facilitou bastante o desenvolvimento das atividades em pequenos grupos, inclusive no que se referia às suas apresentações orais.

Além disso, não se confirmou a preocupação sempre presente com a escassez de tempo disponível. Ao contrário, evidenciou-se uma grande economia com a adoção da nova metodologia, uma vez que o processo ensino/aprendizagem tornou-se mais dinâmico e significativo, e que o conteúdo programático da disciplina foi concluído integralmente em todos os períodos em que essa metodologia foi utilizada. Além disso, o desempenho dos alunos nas avaliações escritas da disciplina passou a ser melhor do que aquele antes obtido.

A execução de trabalhos em grupo, com apresentação oral em sala de aula, permitiu também o aprimoramento da comunicação oral durante o processo. Evidenciou-se claramente a melhoria do desempenho dos alunos nesse aspecto, à medida em que se davam as apresentações, assim como a habitual resistência para trabalhar em grupos foi significativamente minimizada. Alguns alunos que cursaram a disciplina Materiais Elétricos com a nova metodologia e que estão realizando projeto final nesse período letivo relatam haver maior facilidade para a realização de suas tarefas em grupo e para a apresentação de seus projetos.

Finalmente, constatou-se a possibilidade de desenvolvimento de algumas das habilidades e competências gerais recomendadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, estabelecidas na Resolução CES N° 11 de 11 de março de 2002, relacionadas à comunicação, à atuação em equipes multidisciplinares, ao comportamento profissional ético e responsável e à postura de busca permanente de atualização no campo de atuação, expressas no trecho do referido documento que reproduzimos a seguir (BRASIL, 2002 e BRASIL, 2003):

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

:

VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;

IX - atuar em equipes multidisciplinares;

X - compreender e aplicar a ética e responsabilidades profissionais;

:

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

4. REAVALIANDO AS TENTATIVAS DE MUDANÇA METODOLÓGICA

Especialmente a partir do primeiro semestre de 2002, a Vice-Reitoria Acadêmica da UGF, por intermédio da sua Assessoria Pedagógica, passou a desenvolver alguns projetos para que diretores e professores pudessem discutir os novos paradigmas educacionais e as atuais propostas para a educação superior. Foram realizadas algumas palestras e reuniões de professores, elaborados materiais de auto-aprendizagem e divulgados textos de apoio sobre o tema.



Embora ainda tímidas, diante do porte da UGF e das dificuldades para que se empreendessem mudanças que implicariam em quebra de velhos e cristalizados *modus operandi*, tais iniciativas permitiram chegar-se a alguns conceitos e conclusões muito importantes.

Talvez o mais relevante de todos tenha sido o conceito de profissional competente, tendo em vista ser impossível planejar e implementar uma atividade pedagógica visando a desenvolver competências e habilidades, sem que se tivesse clareza sobre o que é ser um profissional pedagogicamente competente.

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

Com base nesses conceitos pedagógicos acima sintetizados, foi possível identificar os seguintes aspectos positivos nas primeiras tentativas:

- 1) Quanto ao aprender:
 - Discussão dos conteúdos em pequenos e grandes grupos, em lugar da mera transmissão pelo professor.
- 2) Quanto ao aprender a aprender:
 - Busca de informações, além das constantes na bibliografia básica;
 - Desenvolvimento de habilidades de pesquisa.
- 3) Quanto ao aprender a ser:
 - Desenvolvimento de atitudes éticas e responsáveis.
- 4) Quanto ao aprender a conviver:
 - Desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e de comunicação.
- 5) Quanto à avaliação:
 - Adoção de procedimentos de avaliação durante o processo de aprendizagem, considerando critérios voltados para o aprender, o aprender a aprender, o aprender a ser e o aprender a conviver.
- 6) Quanto ao relacionamento professor/aluno
 - Adoção de uma relação horizontal, em que o professor atua como orientador da aprendizagem.

Apesar de tantos avanços alcançados, evidenciou-se que as duas tentativas anteriores ainda mantiveram uma proposta conteudista e disciplinar, uma vez que o grande grupo, assim como os pequenos grupos de alunos, tiveram a responsabilidade única de repassar informações constantes no programa da disciplina, ainda que enriquecidas por meio de pesquisas e debates.



Em nenhum momento, evidenciou-se a preocupação com o “aprender a fazer” e a metodologia não incluiu o “aprender fazendo”.

Conseqüentemente, as atividades predominantemente práticas não foram valorizadas como fontes de inspiração para a busca e/ou para a comprovação dos conteúdos teóricos adquiridos por meio da bibliografia básica, das pesquisas, das palestras e das projeções de vídeos, deixando-se de atentar para a importância do processo de ação/reflexão/ação e para a indissociabilidade entre teoria e prática.

Assim, também, a avaliação não esteve voltada para a mobilização dos saberes e da criatividade para a solução de situações problemáticas sugeridas pelo professor ou apresentadas pelos alunos.

Desse modo, concluiu-se que existe a necessidade de incluir o “aprender a fazer” para que a metodologia de ensino adotada na disciplina Materiais Elétricos venha a se apoiar nos quatro pilares para a educação, apontados no Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI:

“Aprender a conhecer, isto é adquirir os instrumentos da compreensão, aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente, aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas e finalmente, aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes. (Delors, 2000).”

Como resultado das reflexões sobre novos paradigmas educacionais, evidenciou-se, também, que uma proposta para o desenvolvimento de competências e habilidades implica numa verdadeira revolução pedagógica que obriga a *deslocar o foco da aquisição de conteúdos para a aquisição de habilidades e competências na gerência de conteúdos* (Antunes, 2000).

Isso significa dizer que a simples aquisição de informações ou a construção de conhecimentos, embora necessárias, não são suficientes. É imperativo não apenas saber, mas demonstrar competência para mobilizar tais saberes na solução de problemas.

Sendo assim, em lugar de os professores “ensinarem” conceitos aos alunos para que eles o utilizem futuramente, o caminho deve ser justamente o inverso. A partir de problemas a serem solucionados, especialmente durante a realização de projetos, os alunos devem ser orientados a buscar informações e construir conhecimentos necessários à solução das situações práticas e reais que lhes são apresentadas.

A metodologia passa a ser predominantemente ativa, incluindo procedimentos individualizados, sócio-individualizados e socializados, enquanto que a avaliação assume caráter processual, diagnóstico, voltada não apenas para os conteúdos mas, principalmente, para as habilidades de busca, elaboração, reelaboração e aplicação de informações, bem como de relacionamento positivo com os outros e consigo mesmo.



Em síntese, como pontos-chave da mudança de paradigma que se faz necessária, podemos destacar:

- a) a mudança de enfoque da aquisição de conhecimentos para a busca e construção de conhecimentos em função de situações problemáticas a serem solucionadas;
- b) a importância da indissociabilidade entre situações teóricas e práticas;
- c) a priorização de procedimentos de avaliação por meio de observações em situações práticas, visando sempre à reorientação do processo de aprendizagem.

5. COMPLEMENTANDO E APERFEIÇOANDO AS PROPOSTAS JÁ IMPLANTADAS

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

- 1) Selecionar, com a participação dos alunos, situações para as quais eles devam buscar soluções, mobilizando não apenas conteúdos específicos da disciplina, mas também valorizando a interdisciplinaridade.
- 2) Trabalhar preferencialmente a partir da implementação de projetos, de onde deverão surgir as situações problemáticas a serem solucionadas.
- 3) Propor tarefas que mobilizem operações cognitivas, tais como: classificar, seriar, relacionar, analisar, reunir, sintetizar, localizar no tempo e no espaço, representar, provar, transpor, julgar, induzir, deduzir, etc.
- 4) Estimular a busca de informações interdisciplinares em fontes variadas e a construção de conhecimento novo, por meio de situações teórico-práticas, valorizando-se o “aprender fazendo”.
- 5) Dar continuidade à valorização das habilidades de trabalho em equipe, de relacionamento intra-pessoal, de pesquisa e de comunicação.
- 6) Deslocar o foco da troca de experiências entre os alunos do repasse de informações para a discussão acerca das soluções a serem sugeridas ou colocadas em prática.
- 7) Valorizar ainda mais a avaliação do processo e não apenas do produto alcançado, atribuindo-lhe função diagnóstica e reorientadora e adotando critérios que incluam tanto o aprender, como o aprender a aprender, o aprender a fazer, o aprender a conviver e o aprender a ser.



- 8) Adotar técnicas variadas de avaliação do desempenho discente, dando especial relevo à observação em situações do “aprender fazendo” e à comparação pelos alunos das propostas de solução por eles mesmos apresentadas.
- 9) Incluir a avaliação entre pares (alunos avaliando alunos), do desempenho docente e a auto-avaliação dos discentes.

Agradecimentos

Agradecemos à professora Andréia Guimarães Moutella pela revisão do texto em língua portuguesa e à professora Carla Luzia Carvalho Lopes pela revisão do texto em língua inglesa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, C., **Manual de técnicas de dinâmica de grupo, de sensibilização, de ludopedagogia**. Petrópolis: Vozes, 2000.

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

BRASIL, (2003), **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia**. Ministério da Educação e do Desporto. Disponível em <http://www.mec.gov.br/Sesu/planograd.shtm>. Acesso em 17 de março de 2003.

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

SMITH, W. F., **Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais**. 3^a ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1998.

SEARCHING FOR METHODOLOGICAL ALTERNATIVES FOR THE SUBJECT OF ELECTRICAL MATERIALS OF THE ELECTRICAL ENGINEERING COURSE FROM GAMA FILHO UNIVERSITY

Abstract: *The subject of Electrical Materials is taught in the fifth semester of the Electrical Engineering Course at Gama Filho University, and it is a mandatory subject for the three emphasis: Electronics, Eletrotechnics and Telecommunications. The aim is to present a variety of materials in use in Electric Engineering and to open a door for the study of new materials and new technologies.*

This article's objective is to relate attempts of revitalization of the teaching methodology adopted in this subject, evaluating the improvement and the distance that still appears in an effective proposal of developing the abilities and competences, as it is stated in the “Diretrizes Curriculares” for the Engineering Courses.



Key-words: *Electrical materials, New methodologies for the teaching of engineering, Teaching methodology for the development of competences and abilities.*