

Sistematizando as habilidades do engenheiro: aulas práticas com roteiro único**Systematizing the skills of the engineer: practical classes with a single script**

DOI:10.34117/bjdv5n7-151

Recebimento dos originais: 14/06/2019

Aceitação para publicação: 17/07/2019

Antônio Carlos de Andrade

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: andrade@ufmg.br

Júlio César Costa Campos

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Instituição: Universidade Federal de Viçosa - UFV

Endereço: Avenida Peter Rolfs, s/n – Centro, Viçosa – Minas Gerais, Brasil

E-mail: juliomcampos20@gmail.com

Valter José Alves da Rocha

Graduando em Engenharia Aeroespacial pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: valtterallves@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a divulgação de um roteiro guia de aula único, aplicável a qualquer prática. Pode substituir os roteiros prontos das aulas de Laboratório de Física Experimental (Ciências Exatas) ou de laboratórios similares ao de Fenômenos de Transporte (Engenharias). O roteiro é um guia para a realização das aulas de laboratório. Sua estrutura pode substituir ou ser mesclada com a metodologia tradicional do laboratório didático que se utiliza de roteiros específicos a cada prática. As etapas principais da experimentação são desenvolvidas em uma sequência lógica e natural por grupos de alunos na execução de práticas escolhidas pelos próprios grupos. O escopo da proposta apresentada é amplo e considerado necessário à formação experimental de físicos e engenheiros. A metodologia começou a ser desenvolvida nos laboratórios de Física experimental da Universidade Federal de Minas Gerais, em 2007. Mediante questionamento direto em sala, verifica-se que há expectativas diferentes entre os alunos, mas nenhuma objeção quanto à metodologia utilizada, de aprendizagem baseada em problemas (“PBL”).

Palavras-chave: PBL. Laboratório. Física. Calor. Fluidos.

ABSTRACT

This work aims at the dissemination of a single lesson guide guide, applicable to any practice. You can substitute the ready routings of the Laboratory classes of Experimental Physics (Exact Sciences) or laboratories similar to those of Transport Phenomena (Engineering). The script is a guide for conducting laboratory classes. Its structure can replace or be merged with the traditional methodology of the didactic laboratory that uses scripts specific to each practice. The main stages of experimentation are developed in a logical and natural sequence by groups of students in the execution of practices chosen by the groups themselves. The scope of the proposal presented is broad and considered necessary for the experimental training of physicists and engineers. The methodology began to be developed in the experimental physics laboratories of the Federal University of Minas Gerais in 2007. Through direct questioning in the classroom, it is verified that there are different expectations among the students, but no objection regarding the methodology used, learning based on problems ("PBL").

Keywords: PBL. Laboratory. Physics. Heat. Fluids.

1 DESCRIÇÃO DO RECURSO

Os cursos de Engenharia Mecânica e de Engenharia Aeroespacial são ofertados pelo Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG. Em ambos os cursos, são ofertadas as disciplinas obrigatórias de Laboratório de Fluidos e de Laboratório de Térmica. As turmas são de quinto, sétimo e nono períodos. Para estas disciplinas foi desenvolvido um roteiro único que serve de padrão para a realização de aulas práticas. A utilização do roteiro está vinculada ao método de ensino descrito a seguir

As partes obrigatórias de desenvolvimento de uma prática são estruturadas em uma sequência lógica e natural em um roteiro padrão com as seções em branco para preenchimento pelos alunos. O desenvolvimento das atividades práticas é realizado em grupos de alunos no laboratório didático.

Roteiros de práticas convencionais de laboratório normalmente apresentam todas as informações para a realização das práticas com a metodologia já especificada, cabendo ao aluno a tarefa do "fazer". Por sua vez, o roteiro proposto contém as seções em branco com a explicação do conteúdo que o aluno deverá desenvolver. O conteúdo constitui o planejamento genérico de uma prática. O processo é mais complexo, mas em compensação, é trabalhado de forma diluída ao longo do semestre, com menor número de práticas.

O método começou a ser aperfeiçoado nos laboratórios didáticos de Física Experimental do Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais e tem tido continuidade nos laboratórios de Mecânica dos Fluidos e de Térmica do Departamento de Engenharia

Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais e do Departamento de Produção e Mecânica da Universidade Federal de Viçosa, em parceria.

2 OBJETIVOS EDUCACIONAIS

São objetivos do projeto pedagógico de qualquer curso de engenharia: projetar, planejar, construir e testar dispositivos e máquinas, bem como analisar e comunicar resultados nas formas visual, escrita e oral. O laboratório didático é um dos poucos locais que permite que todos estes objetivos sejam considerados e trabalhados. A sequência didática resultante da utilização do roteiro padrão considera estes objetivos de ensino.

Como o método já vem sendo utilizado, o objetivo deste trabalho é sua divulgação à comunidade acadêmica.

3 EMBASAMENTOS TEÓRICO E PRÁTICO – JUSTIFICATIVA

Roteiros de prática prontos (material guia distribuído aos alunos para a realização das práticas) são amplamente utilizados nas universidades porque ainda representam a solução mais prática, simples e segura para lecionar disciplinas de laboratório, sejam de Física Experimental ou de matérias de Engenharia.

Laboratórios do Ciclo Básico, por exemplo, se caracterizam pelo elevado número de alunos, tornando difícil e arriscada uma implantação de metodologia mais complexa de ensino. No ciclo profissional, por sua vez, as turmas são reduzidas, mas os roteiros prontos continuam presentes, com seu escopo limitado, porém apropriado a práticas que tenham como objetivo a fixação de procedimentos experimentais regidos por norma, tal como, a medição de vazão por meio de placa de orifício.

A desvantagem do roteiro pronto é que todo o planejamento experimental já foi feito pelo professor, impossibilitando completamente a análise de resultados de qualquer prática pelo aluno. A metodologia proposta utiliza a Aprendizagem Baseada em Problemas (ou “PBL” – Problem Based Learning), uma técnica de ensino que permite ao aluno um contato mais amplo com o processo de experimentação no laboratório didático.

Neste contexto, há uma variedade de trabalhos que podem ser citados, de diferentes áreas e graus de ensino. Garcia (2014, p.1), discute as vantagens e desvantagens do método “PBL” em relação ao método tradicional e aponta propostas para melhoria da qualidade do ensino de engenharia. No artigo, o autor cita as conhecidas deficiências do método tradicional: “centrado no professor, carente de contextualidade, visão prática dos conteúdos e que coloca os alunos

num papel passivo”. Silva. et alii (2015) apresentam outro trabalho que enfatiza o “PBL” como uma das principais vertentes para mudança no ensino superior no Brasil e no exterior. Vieira (2017) constata a existência de um aumento significativo de publicação de experiências envolvendo “PBL” em universidades e outros centros de ensino.

No âmbito da pesquisa bibliográfica não foi encontrado nenhum trabalho com um escopo semelhante ao presente. A aplicação do método PBL é exemplificada com os exemplos a seguir, demonstrando as especificidades dos trabalhos referenciados.

Braz, et alii (2017) descrevem estratégias utilizadas no ensino de Física Experimental. Sabino et al (2017), desenvolvem atividades alternativas ao ensino tradicional para a disciplina Laboratório de Química Sanitária, em um curso de graduação em Engenharia Civil, atendendo às preferências ensino/aprendizagem/avaliação. Cavalcanti et al (2013) constitui outro exemplo de iniciativa desenvolvida para Laboratório de Química. Araújo et alii (2016) descrevem como aplicaram o método “PBL” em uma disciplina do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental.

4 CONTEXTO DE UTILIZAÇÃO

Constam como objetivos do projeto pedagógico de qualquer curso de engenharia: projetar, construir, testar, analisar e comunicar resultados. Um trabalho de consultoria de engenharia, por exemplo, requer do engenheiro a capacidade de identificação do problema, análise, formulação e aplicação de uma solução, análise dos resultados, síntese das conclusões e comunicação escrita, verbal e visual. Este é um trabalho de alto nível, normalmente feito por engenheiros com mais experiência. O laboratório didático é o local por excelência onde todas estas habilidades podem ser exercitadas e ainda apresenta um potencial enorme a ser explorado no sentido de preparar melhor os alunos para o mercado de trabalho.

No ciclo básico, o roteiro pronto é destinado a proporcionar um contato inicial do aluno com o laboratório, mediante a execução de várias práticas. Sua utilização se justifica devido ao número elevado de alunos e de professores diversos (permanentes, outras, justificam a manutenção do roteiro pronto.

No ciclo profissional, a maior parte dos laboratórios serve para a verificação de metodologias de cálculo definidas por normas ou procedimentos padronizados, tais como ensaios mecânicos. Apesar do pouco número de alunos por turma, o roteiro pronto também se encaixa neste tipo de prática.

Entretanto, o roteiro padrão, objeto deste trabalho, se aplica perfeitamente às disciplinas básicas do ciclo profissional da área de calor e fluidos. A metodologia proposta já foi amplamente testada nos laboratórios de Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor. A implantação gradual da metodologia descrita neste trabalho às disciplinas de Física experimental do ciclo básico, em menor escala e em caráter experimental é considerada possível.

A metodologia, ao contrário da tradicional, deve ser mantida em constante aperfeiçoamento. O roteiro padrão não significa pronto ou inflexível. É padrão no sentido que existem as seções em branco a serem desenvolvidas pelo aluno e que correspondem, no conjunto, ao planejamento experimental de uma prática. É neste sentido que seu formato deve ser flexível. Pode ser adaptado a disciplinas básicas, tais como: Laboratório de Física Experimental, de Transferência de Calor, Mecânica dos Fluidos, de Fenômenos de Transporte ou outras que permitam a modelagem e interpretação de problemas a partir das leis gerais.

5 RESULTADOS E AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO

As disciplinas de Laboratório de Fluidos e de Laboratório de Térmica têm sido lecionadas com esta metodologia pelos autores deste trabalho. Os alunos têm demonstrado capacidade para desenvolver normalmente os trabalhos, sem nenhuma objeção quanto à metodologia proposta. Mediante questionamento dos alunos em sala, verifica-se que existem diferentes expectativas por parte dos alunos. Eles preferem atividades de laboratório que privilegiam a “mão na massa” e também estranham o fato de ter o trabalho criticado e eventualmente receberem nota máxima na avaliação. É explicado aos alunos que a avaliação é feita dessa forma porque o que está realmente sendo avaliado é o comprometimento com a disciplina, a participação e a extensão da realização do trabalho, dentre outros. Notas altas antecipadas, por sua vez, implicam na correção posterior do trabalho.

Dentre os colegas professores também há aqueles com uma postura mais pragmática, considerando que esta metodologia só deveria ser utilizada na pós-graduação. Esta opinião difere da dos autores que consideram extremamente necessário adiantar aos alunos, não os quesitos mínimos, mas os quesitos necessários para o exercício da profissão.

É interessante comentar que a postura inicial dos alunos, tal como percebida pelo professor, é semelhante à de alunos que fazem laboratório pela primeira vez. Em função disso, pode-se supor que a adoção dessa metodologia na íntegra pelos laboratórios de Física

Experimental não deve criar maiores dificuldades do que as que ocorrem com a metodologia tradicional utilizando roteiros prontos.

6 DIMENSÃO DA INOVAÇÃO PROPOSTA

Constam no material suplementar deste trabalho, a explicação detalhada da sequência didática e do roteiro padrão para disciplinas de laboratório. O escopo da metodologia apresentada é muito mais amplo e considerado necessário à formação experimental dos alunos, se comparada com a tradicional, centrada na utilização de roteiros específicos.

A metodologia científica é exercida integralmente. Correções repetitivas da redação técnica, formatação e conteúdo em aula, permitem aos alunos fixarem melhor todos os seus aspectos relevantes. A ênfase na correção detalhada permite demonstrar ao aluno a importância destes quesitos para a sua formação profissional. A metodologia exerce influência na postura e visão do aluno frente a um trabalho técnico-científico com parte experimental. A observação científica é exercitada (definida como a visualização do fenômeno aliada a um modelo teórico em funcionamento na mente do aluno). O aprendizado do aluno torna-se mais efetivo e com reflexos no trabalho final de graduação e na sua futura atuação como engenheiro.

Supõe-se que um professor com pouca experiência didática não terá maiores dificuldades do que teria lecionando o método tradicional, desde que conhecendo a prática a ser lecionada. No caso de um professor com mais experiência, surge a oportunidade de desfrutar do processo de orientação dos alunos no desenvolvimento de práticas ainda não realizadas.

7 ILUSTRAÇÃO DO RECURSO EDUCACIONAL

O recurso que os autores apresentam é uma nova abordagem metodológica de condução de uma disciplina de laboratório. As fotos mostradas em **FIG.1** e **FIG.2** ilustram situações físicas possíveis de serem modeladas como trabalhos práticos nas disciplinas. As fotos demonstram dois arranjos experimentais que poderiam fazer parte de uma aula conduzida tanto pelo "método tradicional" quanto pelo "método inovador" proposto.

Figura 1: Experimento aplicado de Mecânica dos Fluidos- Bomba centrífuga



FONTE: Próprio autor

Figura 2: Experimento aplicado de Termodinâmica - Sistema de ar condicionado



FONTE: Próprio autor

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi apresentado um guia único para uso em aulas práticas de laboratório para cursos de Engenharia. Aplica-se às disciplinas de laboratório cuja teoria permita a modelagem de problemas a partir das leis gerais. Citam-se, como exemplo, os Laboratórios de Térmica e de Fluidos. O método foi inicialmente desenvolvido nos Laboratórios de Física Experimental,

das Ciências Exatas, portanto, é igualmente aplicável. O guia é constituído pelas seções em branco necessárias ao desenvolvimento de uma prática, ou genericamente de um trabalho com parte experimental. O objetivo é prover formação experimental ao aluno, melhor do que a realização de muitas práticas de laboratório de forma superficial. Este artigo serve como material de consulta aos alunos para o esclarecimento quanto à proposta de ensino. Os alunos não têm demonstrado maiores dificuldades na realização das atividades.

AGRADECIMENTOS

À Diretoria de Inovação e Metodologias de Ensino – GIZ, vinculada à Pró-Reitoria de Graduação da UFMG.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. *Introdução à Metodologia do Trabalho Científico*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1997. 151p. ISBN 85-224-1672-9.

ANDRADE, M. M. *Redação Científica - Elaboração do TCC passo a passo*. São Paulo: Factash. 2007. 200p. ISBN 978-85-899-0935-8

ARAÚJO, W.J.; LOPES, R. P.; OLIVEIRA FILHO, D.; BARROS, P. M. M.; OLIVEIRA, R. A. *Uma sistemática de aplicação do método “PBL” em uma disciplina do curso de engenharia agrícola e ambiental. Aprendizagem por problemas no ensino de engenharia*. Revista Docência do Ensino Superior, v. 6, n. 1, p. 57-90, abr. 2016.

BRAZ, D. H. O.; AGOSTINI, D. L. S. *Práticas de Laboratório: uma estratégia para o ensino de física*. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Pós-graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Física. Colloquium Exactarum, v. 9, n.4, out-dez. 2017, p. 63 – 71. DOI: 10.5747/ce.2017. v09. n4. e217

CAVALCANTI, K. M. P. H.; SPRINGER, M. V. *Atividades Experimentais em Química através da Metodologia de Resolução de Problemas*. In: IX Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de LasCiencias. Girona, 9-12 de septiembre de 2013. – comunicación: UFRJ – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

COLEMAN, H.W., GLEN STEELE. Jr. W. *Experimentation and Uncertainty Analysis for Engineers*. N.Y: John Wiley, 1989. 205p. ISBN 0-471-63517-0.

FOX, R.W.; McDonald A. T. *Introdução à Mecânica dos Fluidos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1981.

FRANÇA, J. L., VASCONCELLOS, A. C. MAGALHÃES, M. H. A. (colab), BORGES, S. M. (colab) *Manual para Normalização de publicações técnico-científicas*. 9.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2013. 263p. ISBN 978-85-423-0008-6.

GARCIA, G.P. Seminário internacional de educação superior 2014 formação e conhecimento. *O Ensino de Engenharia e o Método "PBL"*. *Anais eletrônicos*. 2014

SABINO, C. V. S. ; CHAVES, A. C. L. ; AMARAL, F. C. . *Estratégias utilizadas para o ensino de laboratório de química sanitária em um curso engenharia civil: desafios e oportunidades.*

EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS (UFRGS) , v. 12, p. 173-188, 2017.
Disponível

em: <https://www.escavador.com/sobre/1716544/fernando-costa-amaral>. Acesso em Dezembro de 2018.

SILVA, J. K. F.; GONTIJO, F. B. *Aplicação do método "PBL" ao curso de engenharia civil do UNIPAM*. Centro Universitário de Patos de Minas, 12 (1): 239-255, jul. 2015.

Software: Engineering Equation Solver. Acessado em 10 de Novembro de 2018.
Disponível em <<http://www.fchart.com>>

VIEIRA, K. *A utilização do "PBL" nos cursos de engenharia do Brasil: uma análise bibliométrica*. *Experiências em Ensino de Ciências* v.12, no.6, 2017