



PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES (PGDS) NO LABORATÓRIO DE FÍSICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA

VÁGNER RICARDO DE ARAÚJO PEREIRA

Mestre em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Graduado em Física (UFSCAR). Docente no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB).

Contato: vagnerap2@uol.com.br

JURANDYR C. N. LACERDA NETO

Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Mestre em Educação (UNICAMP), Licenciado e Bacharel em Física (UNICAMP). Docente no Campus Araraquara do Instituto Federal de São Paulo (IFSP).

Contato: jurandyrl@gmail.com

PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES (PGDS) NO LABORATÓRIO DE FÍSICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA

Vágner Ricardo de Araújo Pereira

Jurandy C. N. Lacerda Neto

RESUMO: O laboratório de Física tem um papel importante na formação do aluno de engenharia. Além de criar um ambiente propício às discussões sobre os conceitos científicos, suas construções e o desenvolvimento de habilidades a partir da experimentação, ele também poderia ser utilizado para aproximar o ambiente acadêmico de problemas reais presentes na sociedade. Nesse sentido, os Problemas Geradores de Discussões (PGDs) veem ao encontro das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia (DCNs) propondo uma metodologia que gera discussões acerca do impacto social, político, ambiental e econômico, presentes no contexto do problema. Neste artigo, procuramos indicar caminhos para a inserção dessa metodologia no laboratório de Física, visando contribuir para a aprendizagem do futuro engenheiro, conforme os anseios da sociedade atual.

PALAVRAS-CHAVE: Problemas geradores de discussões, laboratório de Física, ensino de Engenharia.

DISCUSSION GENERATORS PROBLEMS (DGP) IN THE PHYSICS LAB TO ENGINEERING COURSES

ABSTRACT: The physics lab has an important role in the formation of the engineering student. In addition to creating an enabling environment for discussions about the scientific concepts, their construction and development of skills from the experiments, the lab could be used to approximate the academic environment with real problems in society. Thereby, the discussion generator problems (DGP) in conformity with the National Curriculum Guidelines for engineering courses (NCG) propose a methodology which raises questions on the social, political, environmental and economic situation present in the present context. We tried to indicate ways for the insertion of this methodology in the physics lab, to contribute to the learning of the future engineer, as it is desired by today's society.

KEYWORDS: Discussion generator problems, Physics lab, Engineering teaching.

INTRODUÇÃO

A sociedade atual aponta para novas habilidades e competências que o engenheiro deve possuir em sua atuação profissional comparadas com as estabelecidas em décadas anteriores, principalmente com relação à constante atualização do profissional, à criatividade e à iniciativa na busca de soluções para novos problemas, conforme consta da proposta para a modernização da educação em engenharia no Brasil, Inova Engenharia (SENAI-IEL, 2006).

A sociedade moderna, fortemente influenciada pelo desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, impõe profundas transformações às atividades escolares. Essa sociedade cada vez mais informatizada e interconectada requer aprendizagens com maior nível de autonomia, flexibilidade e autorregulação, devendo estar presentes nos materiais instrucionais as metas educacionais que preparem os futuros cidadãos para enfrentarem as implicações sociais e éticas que o impacto tecnológico envolve e capacite-os para a tomada de decisões fundamentadas e responsáveis (CABOT, 2012).

As diretrizes curriculares nacionais (DCNs) para os cursos de engenharia (BRASIL, 2002), propõem algumas habilidades e competências que os alunos devem adquirir em sua formação profissional, dentre elas estão a capacidade de avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental, compreender e aplicar a ética e a responsabilidade profissionais. Tais habilidades e competências podem ser consideradas inovadoras se comparadas com as diretrizes anteriores com forte ênfase nos aspectos técnicos, também importantes, mas não únicos.

Sousa (2006) destaca a elitização do ensino de engenharia em décadas passadas, classificando-o como genérico, teórico e dogmático, comprometido com a reprodução capitalista. Hoje esse ensino pode variar desde pretender formar um profissional operacional, mediante um ensino pragmático, fragmentado e sem oferecer base científica eficaz, até formar um profissional atualizado, crítico, contestador do modelo atual de desenvolvimento com imensas desigualdades sociais.

Carletto (2009), baseada nos resultados obtidos em um estudo desenvolvido em cursos de engenharia, afirma que eles podem tornar-se protagonistas do aprendizado da avaliação de impacto tecnológico, ocupando-se em selecionar situações significativas para o aluno, relativas à sua realidade, no caso, os projetos de seus protótipos tecnológicos, oriundos do processo de inovação tecnológica. Viabiliza-se por meio da problematização e do diálogo com a realidade, a busca e a identificação de visões de mundo que norteiam aquela problemática, a identificação de contradições, que em conexão com diferentes áreas do saber, poderão ser trabalhadas a favor de soluções envolvendo questões técnico-científicas, éticas, sociais, históricas, culturais e ambientais. Ainda conclui que “o momento atual requisita uma renovação pedagógica a fim de formar o

profissional cidadão para atender às necessidades de seu tempo e contribuir realmente para um mundo mais equilibrado e equitativo”.

Nos últimos anos, vários autores têm apontado para a necessidade de se prestar mais atenção ao ensino sobre tecnologia na formação científica do aluno, como afirma Acevedo Díaz, et al (2005). O movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) propõe uma alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas. Assim, é cada vez mais importante relacionar o conhecimento científico com os desenvolvimentos tecnológicos e inovações. Desta forma, as concepções dos professores sobre os significados de tecnologia e sua relação com a ciência podem criar certas dificuldades.

Oliveira (2009) realizou uma pesquisa com o objetivo de estabelecer estratégias de ensino e aprendizagem de Física em um curso de Engenharia. Ele afirma que a falta de motivação por parte dos alunos, especificamente em cursos de Engenharia, vem do fato de que a Física é tratada como uma disciplina propedêutica e o conseqüente insucesso escolar é um problema que os professores de Física e os pesquisadores enfrentam atualmente. O ensino superior ainda é muito centrado na figura do professor, sendo o seu principal papel o de transmitir conhecimento e, com isso, os níveis de interação professor-aluno são baixos.

Cruz e Silva (2009) afirmam que os resultados obtidos no ensino de Física são preocupantes, pois os alunos veem apresentando características bem definidas, ou seja, são acadêmicos que possuem conhecimento através de fórmulas, não questionam sobre sua validade, não apresentam interesse pelo aprendizado e, geralmente, querem obter rapidamente um diploma universitário.

Disciplinas específicas das áreas de ciências humanas e sociais normalmente são consideradas, pelos alunos de cursos de ciências exatas e tecnologia, de pouca importância para a sua formação. Dessa forma, integrar temas daquelas áreas em disciplinas específicas dos cursos de engenharia, como por exemplo, em Física, pode gerar resultados mais produtivos em termos da formação desses profissionais, tornando-os mais aptos a considerarem aspectos sociais e humanos em suas tomadas de decisão, desenvolvendo o hábito de discutir e criticar assuntos muitas vezes polêmicos na sociedade.

Creemos que podemos avançar em relação aos dois problemas citados acima introduzindo, no laboratório de Física, alguns Problemas Geradores de Discussões (PGDs), como parte integrante das práticas já existentes em cada instituição de ensino.

OS PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES (PGDS)

A metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGDs) foi proposta por Machado (2009), em sua dissertação de mestrado, que analisou os efeitos dessa metodologia no processo de formação do aluno de engenharia, através do ensino de Física. Ele apresentou, em seu trabalho, três PGDs, O custo da mão de obra na produção do pão, Aparelho de ginástica e Esteira transportadora, que foram utilizados na coleta de dados entre alunos de engenharia de uma instituição pública de ensino. Na construção dessa metodologia foram considerados três aspectos, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de engenharia (DCNs), as aplicações educacionais do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e o ensino baseado na resolução de problemas.

Machado (op. cit.) elaborou um manual para a construção e aplicação de PGDs na disciplina de Física em cursos de engenharia, com o objetivo de maximizar sua eficácia. A seguir, apresentamos, resumidamente, algumas ideias:

- É importante que o professor exija do aluno, durante o desenvolvimento de todas as atividades, uma postura muito próxima do que o aluno teria em um ambiente profissional.
- A atividade proposta aos alunos deve sempre estar baseada em um problema real e do cotidiano profissional dos mesmos, ao mesmo tempo em que deve estar relacionada à conhecimentos previamente desenvolvidos pela disciplina em que foi inserida, podendo, ou não, ser parte do processo de avaliação do aluno durante o curso.
- Como parte dos ideais dessa metodologia, as atividades devem ser estruturadas com o intuito de despertar no aluno o pensamento crítico a respeito de um problema real em suas várias esferas: social, ambiental, tecnológica, ética, etc.; além de exigir do mesmo a utilização prática de conceitos científicos para a resolução do problema, que vão além da aplicação de fórmulas e conceitos memorizados.
- As atividades devem ser propostas aos alunos sempre sem um guia ou procedimento padrão para a realização da mesma, cabendo a estes toda a estruturação do raciocínio necessário para se chegar à resposta desejada.
- Os trabalhos devem ser feitos em grupos para que, durante o desenvolvimento do mesmo, haja um processo de aprendizagem coletiva frente aos embates de ideias e conceitos que cada um dos alunos possui. Deve-se tomar certo cuidado para que estes grupos não se tornem pequenos demais, frustrando as discussões e sobrecarregando seus integrantes, nem grandes demais para gerar elementos ociosos dentro do grupo. Em cada caso, o professor deve ter consciência das atividades propostas para prever quantos integrantes cada grupo deverá possuir.

- Durante o desenvolvimento do PGD deve haver um espaço de tempo reservado para que os alunos elaborem seus pré-relatórios descrevendo todas as ações tomadas por seu grupo frente ao problema. Para o encerramento do processo também deve ser exigido um Relatório Final individual para que cada aluno expresse as dificuldades encontradas durante as atividades e as respectivas estratégias para a solução dos problemas. Sugere-se que no Relatório Final seja exigido que o aluno registre sua opinião de como as discussões e atividades práticas modificaram ou fortaleceram os conhecimentos científicos que os mesmos possuíam, ajudando o professor a avaliar a eficácia da atividade aplicada.
- O professor deve ser elemento passivo em muitos momentos do trabalho deixando os alunos, mesmo que tomando caminhos equivocados, estruturarem raciocínios próprios para tentarem chegar à resposta. O professor só deve se pronunciar no momento de discussão no grande grupo, no qual ele deve guiar a discussão e fazer os esclarecimentos necessários.

PROPOSTA PARA A UTILIZAÇÃO DE PGDS NO LABORATÓRIO DE FÍSICA

Na maioria das vezes, as instituições de nível superior, contam com um conjunto de experimentos elaborados para o ensino de Física destinado aos cursos de Engenharia, em função dos equipamentos disponíveis para tal finalidade.

A utilização de tais experimentos pode seguir diversas metodologias, desde as mais tradicionais, em que o aluno desenvolve a prática como uma “receita de bolo”, sem muita liberdade para tomar decisões, cujo objetivo é o de verificar um fenômeno físico, até métodos não diretivos, em que o objetivo é descobrir um fenômeno, sendo para isso necessário o domínio do método científico, muitas vezes tido como objetivo principal no laboratório didático. A avaliação do melhor método não nos parece muito simples, diante da realidade de cada instituição.

Alves Filho (2000), analisando historicamente a forma com que o laboratório didático de Física foi, e talvez ainda seja, utilizado no processo de ensino chegou a algumas conclusões, dentre elas, a de que o laboratório didático para ser elemento importante do processo de ensino e aprendizagem de ciências, particularmente da Física, deve ser alvo de uma metodologia diferente daquela que o introduziu no processo de ensino com o objetivo exclusivo de apresentar o método experimental.

De acordo com o autor, devemos buscar uma função real para o laboratório didático e para suas atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem e não mais deixá-lo como apêndice do processo como ocorre atualmente.

A utilização dos PGDs no laboratório didático de Física vem no sentido de rever os conceitos presentes em algumas práticas, criando momentos de discussões em um ambiente com menor número de alunos, propiciando melhores condições para suas manifestações. E ainda, mostrando que tais conceitos podem ser utilizados para resolver problemas do cotidiano e também relacionar com aspectos sociais, políticos, ambientais etc., indicando que a Ciência não é neutra e está relacionada com os interesses da sociedade.

O quadro 1, a seguir, apresenta um PGD que elaboramos para ser utilizado após experimentos que tratam de movimento retilíneo. Ele foi inspirado nos trabalhos de Machado (2009), ou seja, foi construído com a mesma estrutura proposta originalmente, entretanto, abordando outro tema. Como se pode observar, ele é constituído de três partes, uma que trata dos conceitos científicos, chamada de formação profissional, a que apresenta o problema gerador e a etapa que sugere discussões sobre o impacto ambiental, ético, político e econômico do projeto, chamada de formação para a cidadania.

Formação profissional	<p>Atividade 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. O que é aceleração? 1.2. Como é possível determinar a aceleração de um corpo no laboratório? Descreva um plano de atividades experimentais supondo a aceleração constante. 1.3. Conhecendo o gráfico da velocidade em função do tempo de movimento de um veículo, como é possível determinar o seu deslocamento?
Problema gerador	<p>Atividade 2:</p> <p>A figura 1 mostra a imagem de um trem bala semelhante ao que será utilizado no trajeto Campinas – Rio de Janeiro. Sua velocidade máxima é cerca de 300 km/h.</p> <div data-bbox="424 1357 1184 1626" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figura 1. Imagem de um trem-bala.</p> <p>2.1. Faça um gráfico da velocidade do trem em função do tempo, considerando que sua aceleração (ou desaceleração) é de $1,5 \text{ m/s}^2$ e que ele fique parado 2 min. em cada estação no percurso Campinas – Rio de Janeiro, de acordo com a figura 2, mostrada a seguir. Considere apenas as estações planejadas (indicadas pelas setas). Despreze as estações de Viracopos, de Guarulhos e a do Galeão. Suponha que a velocidade máxima seja de 288 km/h.</p>

	 <p>Figura 2. Trajeto proposto para o trem-bala brasileiro.</p> <p>2.2. Proponha a ampliação de uma linha de Campinas até Barretos, com uma estação em São Carlos. Qual seria o tempo dessa viagem? Mostre em um gráfico de velocidade em função do tempo.</p>
<p>Formação para a cidadania</p>	<p>Atividade 3:</p> <p>3.1. Cite três fatores positivos para a implantação do projeto do trem-bala brasileiro.</p> <p>3.2. Cite três fatores negativos para a implantação do projeto do trem-bala brasileiro.</p> <p>3.3. O grupo é a favor da implantação do trem-bala brasileiro? Justifique em termos de custos, benefícios e o seu impacto ambiental.</p> <p>3.4. Proponha uma forma de transporte alternativo ao trem-bala, no referido trajeto proposto pelo governo, compare em termos de custos, benefícios e o seu impacto ambiental.</p> <p>3.5. O grupo substituiria o investimento que será gasto no projeto do trem-bala brasileiro por outro grande projeto? Justifique.</p>

Quadro 1. PGD – Trem-bala Brasileiro. Autoria: Prof. Vágner Ricardo A. Pereira.

O PGD, Trem Bala Brasileiro, apresentado neste artigo, foi elaborado com o objetivo de proporcionar reflexões acerca de conceitos discutidos nas aulas de Física I, e suas relações com situações do cotidiano, além de levar aos alunos do curso de Engenharia Civil, de uma instituição particular do interior do Estado de São Paulo, o conhecimento desse projeto.

A escolha desse problema levou em consideração a área de interesse do aluno procurando motivá-lo para a resolução do mesmo, além de criar um ambiente propício para discussões com aspectos do movimento CTS, ou seja, considerando-se o impacto ambiental, social, político, econômico do projeto.

A apresentação desse problema em sala de aula, em caráter exploratório, enfrentou algumas dificuldades. A turma possuía um elevado número de alunos, cerca de oitenta, prejudicando a participação de todos nas discussões, principalmente aqueles mais tímidos. Alguns

alunos não participaram de todas as etapas, divididas em três, denominadas: formação profissional, problema gerador e formação para a cidadania, conforme estabelecido por Machado (op. cit.) e citado anteriormente. O pequeno número de aulas semanais, duas, o compromisso com o cumprimento do programa da disciplina, a falta de experiência em resolver problemas com esse tipo de estrutura, o baixo envolvimento de alguns alunos em uma atividade cuja influência em sua nota seria baixa, também foram percebidos pelo professor.

Considerando esses aspectos, propusemos a utilização de PGDs no laboratório de Física, pois o número de alunos é menor, cerca de 30, estão normalmente divididos em grupos, criando um ambiente propício às discussões, resolvendo, assim, alguns problemas observados.

Uma segunda aplicação foi realizada, ainda em caráter exploratório, em uma turma do curso de Engenharia de Alimentos, da mesma instituição de ensino, uma turma menor, cerca de 30 alunos, no laboratório. Nesse caso, o ambiente estava adequado às discussões, entretanto, o tema não tinha muita relação com o curso. Desta forma, houve uma preocupação por parte do professor em explicar o motivo da aplicação de tal PGD, motivando-os para a sua resolução, pois, como afirmam Cardoso e Bzuneck (2004), a motivação no ensino superior é claramente influenciada por contextos específicos, enquanto percebidos pelos alunos, sendo que determinadas ações do professor para socializar os acadêmicos são muito importantes tanto para a motivação quanto em relação às estratégias de aprendizagem.

Guimarães e Boruchovith (2004), baseados em diversos autores, também afirmam que a motivação intrínseca do aluno não é resultado de treinamento, mas pode ser influenciada principalmente pelas ações do professor, ou seja, o nível de envolvimento do estudante é influenciado, dentre outros fatores, pelo contexto instrucional.

Após o desenvolvimento de atividades práticas que tratavam de movimento retilíneo, foi realizada uma discussão acerca das novas habilidades e competências que o engenheiro desse século deve dominar, visando uma boa formação profissional, conforme constam das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de engenharia no Brasil. Com essa discussão, pode-se notar o envolvimento, por parte dos alunos, na execução das tarefas propostas, cabendo uma pesquisa detalhada a ser realizada considerando a motivação do aluno na resolução de determinados problemas, em certos conteúdos específicos, em função de sua área de interesse relacionada com o curso escolhido.

Com essa metodologia, aqui adaptada para a realidade de uma instituição privada do interior do Estado de São Paulo, busca-se contribuir para a melhoria da situação de ensino/aprendizagem em Ciência que encontramos atualmente em cursos de engenharia e, arriscamos dizer, em vários outros também, ou seja, um ensino fortemente centrado na figura do professor, o pequeno interesse demonstrado pelos alunos às ciências exatas e naturais, o

fracasso escolar de um grande número de alunos, a alta taxa de evasão em cursos de engenharia, dentre outros, conforme constam em pesquisas da área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas geradores de discussões (PGDs) poderiam acrescentar novas ideias às metodologias utilizadas no laboratório didático, trazendo-as para mais perto dos objetivos traçados pelas diretrizes curriculares, levando em conta aspectos sociais, políticos, éticos, ambientais etc., em sua elaboração, mostrando ao aluno a capacidade que o conhecimento científico tem em resolver problemas reais e, ainda, que tal conhecimento não é algo neutro ou descontextualizado, como pode parecer na simples resolução de exercícios propostos em aula.

O laboratório talvez seja o ambiente mais adequado para a sua implantação, pois os alunos naturalmente estão divididos em equipes, em um número menor do que na sala de aula convencional, facilitando, assim, a orientação das discussões por parte do professor.

Concluimos que vários outros PGDs podem ser elaborados e integrados de acordo com a realidade de cada instituição, tanto em termos do programa curricular das disciplinas quanto em relação aos equipamentos disponíveis no laboratório.

A utilização dos PGDs no laboratório de Física abre perspectivas de pesquisa em temas como, por exemplo, sua influência no desempenho dos alunos nas disciplinas de Física em cursos de engenharia, a visão dos professores de Física sobre sua aplicabilidade, a visão do aluno sobre os PGDs, a relação entre o PGD e determinado curso de engenharia etc. Apresentamos aqui algumas ideias que podem ser ampliadas com discussões entre os professores preocupados com a melhoria do ensino em cursos de engenharia e pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A., VASQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M. A. e ACEVEDO ROMERO, P. **Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciência**. Educación Química. Vol. 16, n. 3. Julho, 2005.

ALVES FILHO, JOSÉ DE PINHO. **Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17, n. 2, ago. 2000.

BRASIL. CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: Ministério da Educação, 2002. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em 18/08/2011.

CABOT, ESPERANZA. A. **Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento del proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias**. Revista Iberoamericana de Educacion. No. 58, pp. 81-97. 2012. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie58a04.pdf>>. Acesso em 24/04/2012.

CARDOSO, L. R. e BZUNECK, J. A. **Motivação no Ensino Superior: Metas de Realizações e Estratégias de Aprendizagem**. Psicologia Escolar e Educacional, vol. 8, n. 2, p. 145 – 155. 2004.

CARLETTO, MÁRCIA R. **Avaliação de impacto tecnológico: Alternativas e desafios para a educação crítica em Engenharia**. Tese de doutorado. UFSC. Florianópolis. 294p. 2009.

CRUZ, G. K. e SILVA, S. L. R. **Reflexões para a composição de uma metodologia para o Ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Vol. 2, n. 1. Jan./Abr. 2009.

GUIMARÃES, S. E. R. e BORUCHOVITCH, E. **O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: Uma Perspectiva da Teoria da Autodeterminação**. Psicologia: Reflexão e Crítica. Vol. 17, n. 2, pp. 143 – 150. 2004.

MACHADO, V. **Problemas geradores de discussões, uma metodologia para o ensino de Física em cursos de engenharia**. Trabalho desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia. UTFPR. Ponta Grossa. 2009.

OLIVEIRA, P. J. C. **Ensino da Física num Curso Superior de Engenharia. Na Procura de Estratégias Promotoras de uma Aprendizagem Activa**. Tese de Doutorado. Universidade de Aveiro. Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa. 2009

SENAI-IEL. **Inova Engenharia: Proposta para a modernização da Educação em Engenharia no Brasil**. Instituto Euvaldo Lodi. 2006.

SOUSA, A. C. G. **Os avanços e retrocessos na discussão das diretrizes curriculares e os desafios atuais**. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE. p. 4.57 – 4.67. 2006.