

INVESTIGANDO A METODOLOGIA DOS PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES: APLICAÇÕES NA DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO DE ENGENHARIA

Investigating methodology discussion generator problems: applications in Physics disciplines in Engineering teaching

Vinicius Machado¹
Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro²

Resumo: Para atender as diretrizes dos cursos de Engenharia (DCNs), no que tange à promoção de situações de ensino e aprendizagem que possibilitem a interação da ciência com a tecnologia em todas as dimensões da sociedade, decidiu-se pela construção de uma nova metodologia de ensino. Para tanto, buscaram-se orientações junto às DCNs, aos princípios educacionais do enfoque CTS e na Resolução de Problemas. Este trabalho apresenta uma investigação dos efeitos da metodologia dos Problemas Geradores de Discussões no ensino da Física, no primeiro período do curso de Engenharia de Produção em universidade pública do Paraná em 2008. A análise dos dados apontou para a pertinência da metodologia PGD nos cursos de Engenharia, pois permite abordar: o conhecimento formal da Física, a pesquisa e a discussão como forma de romper o tradicionalismo e promover uma nova forma de construir o conhecimento.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem. Ensino em Engenharia. Ciência-Tecnologia-Sociedade. Problemas Geradores de Discussões.

Abstract: To meet the National Curriculum Guidelines of the Engineering courses (DCNS), in terms of promoting teaching and learning situations that allow interaction of science with technology in all aspects of society, it was decided to build a new teaching methodology. To build the methodology, we searched for an orientation through studies about the National Curricula Guidelines of the Engineering courses, educational principles with an STS focus and in Problem Solving. In the research, three DGP (Discussion Generator Problems) occurred. This paper presents an investigation of the effects of PGD methodology in Physics teaching, in the first period of the course in Production Engineering in the University of Paraná, in 2008. The data analysis pointed to the relevance of the methodology PGD courses in engineering, because it addressed the formal knowledge of physics, through research and discussion as a way to break the traditional style and promote a new ways of building knowledge.

Keywords: Teaching and Learning. Engineering Teaching. Science-Technology-Society. Discussion Generator Problems.

¹ Licenciatura plena em Matemática, mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia. Docente, Coordenação de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR, Brasil. <vinmac@utfpr.edu.br>

² Licenciatura plena em Matemática, doutorado em Educação Científica e Tecnológica. Docente, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR, Campus Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR, Brasil. <nilceia@utfpr.edu.br>

Introdução

A partir da publicação das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Engenharia, no início desta década, vem se propondo, junto aos professores, de forma especial os do núcleo dos conteúdos entendidos como básicos (Física, Matemática, Química etc.), uma nova visão curricular, bem como novos parâmetros para a formação do futuro Engenheiro. Nessa linha, entende-se que as diretrizes buscam conscientizar os professores da necessidade de construção de uma nova prática capaz de levar o ensino das disciplinas a dar uma maior parcela de contribuição junto ao processo de formação acadêmica, tanto no âmbito profissional (formação científica e tecnológica) quanto humanístico (formação para a cidadania).

Essa necessidade foi percebida no decorrer do ano de 2007, com o início do funcionamento dos cursos de Engenharia de Produção (EP) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa (UTFPR-PG). Constatou-se, junto às duas primeiras turmas de recém-ingressos nos cursos de EP, uma grande dificuldade de aprendizagem que, acompanhada de pouco envolvimento dos alunos com as atividades de ensino propostas, resultou em um índice de reprovação médio superior a 60% na disciplina de Física Geral I (FG I). Em virtude desse problema é que se observou a necessidade de se construir uma prática de ensino mais adequada às necessidades dos alunos e do curso de Engenharia, dando-se, dessa forma, origem à Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGD). A Metodologia PGD foi elaborada a partir dos princípios do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia (DCNs), e apresenta, como principal estratégia de ensino, a Resolução de Problemas, desenvolvida à luz da teoria da Aprendizagem Significativa.

Partindo desse contexto, tem-se por objetivo, neste artigo, apresentar a síntese de uma pesquisa aplicada, exploratória e qualitativa divulgada em trabalho de dissertação desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, na UTFPR-PG. Com essa pesquisa, buscou-se investigar os efeitos da aplicação da Metodologia PGD, numa turma de alunos recém-ingressos no curso de Engenharia de Produção, na disciplina de FG I. Por meio da pesquisa, buscaram-se respostas ao seguinte questionamento: “Quais contribuições os Problemas Geradores de Discussão podem trazer para o ensino-aprendizagem da disciplina de Física Geral I, em uma turma de alunos recém-ingressos do curso de Engenharia de Produção?”

Pressupostos necessários ao curso de Engenharia

A formação do engenheiro é desenvolvida por um processo que se inicia em sala de aula, com a formação acadêmica, e complementa-se com a atuação do acadêmico no mercado de trabalho e com a continuidade de seus estudos na busca de atualização (PÓVOA; BENTO, 2005). Nessa perspectiva, entende-se que o engenheiro é um profissional que está em constante processo de formação, já que a sua atuação busca atender às demandas do setor produtivo e da sociedade, os quais estão em constante mudanças.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, fica estabelecido que:

O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver, e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade. (BRASIL, 2002, p. 2)

Dessa forma, percebe-se, junto às DCNs, a determinação de dois aspectos principais para os quais deve ser voltada a formação acadêmica do novo engenheiro: o profissional e o humanista. Quanto ao aspecto profissional, observa-se a importância da aquisição de conhecimentos científicos, técnicos e tecnológicos. Quanto ao aspecto humanista, as DCNs alertam para a necessidade de se promover, também, a formação do acadêmico de Engenharia para a cidadania. Dessa forma, incorporados esses dois aspectos e aliados a uma visão crítica e reflexiva, espera-se que a formação acadêmica torne o futuro egresso apto a desempenhar com competência e consciência as suas futuras funções como profissional e cidadão.

Entre as mudanças propostas pelas DCNs, encontra-se uma nova visão sobre o currículo, que passou a ser entendido como um conjunto de experiências de aprendizado das quais o estudante participa ativamente em busca de realizar estudos, de diferentes áreas, porém, de forma integrada (BRASIL, 2002). Nessa perspectiva, entende-se a necessidade de se aplicarem diferentes atividades de ensino e aprendizagem que busquem um maior envolvimento do aluno. Esse envolvimento pode ocorrer por meio de: trabalhos em grupos, realizações de discussões com confrontos de ideias e raciocínios, realizações de pesquisas, elaboração de relatórios, proposição de procedimentos experimentais na busca de resolução de problemas, discussão de temas sociais e ambientais relacionados a conhecimentos científicos e tecnológicos, entre outros.

A fim de se buscarem orientações sobre formas de associar os conhecimentos científicos e tecnológicos aos sociais e ambientais, entende-se, como importante ponto de orientação ao professor, observar as orientações e estratégias de ensino indicadas pelo movimento CTS. O movimento CTS teve seu início na segunda metade do século XX, quando foram observadas as primeiras críticas ao paradigma da associação entre desenvolvimento científico, tecnológico e promoção do bem-estar social (PINHEIRO, 2005; AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2001).

As preocupações sociais apresentadas pelo movimento CTS encontraram ressonância junto às questões educacionais, originando-se, dessa forma, pesquisas referentes a como se trabalhar o enfoque CTS na educação. Nesse sentido, o enfoque CTS vislumbrou promover atividades de ensino que levassem os alunos a aplicarem os conhecimentos adquiridos em um processo de avaliação dos efeitos sociais e ambientais decorrentes do uso ou produção de artefatos tecnológicos. Nessa perspectiva, Santos e Mortimer (2001) destacam a necessidade de se aliarem, ao desenvolvimento curricular, atividades de ensino que promovam o exercício da cidadania, buscando, dessa forma, a aquisição, por parte dos acadêmicos, de referenciais que possam vir a orientar seus posicionamentos em suas decisões profissionais. Esse mesmo aspecto é referendado por Acevedo (2004, p. 10), quando comenta que exercitar a cidadania, relacionando-a às questões científicas é fundamental para que: “[...] las personas puedan participar democrática-

mente en la evaluación y la toma de decisiones sobre asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología [...]”. Partindo do pressuposto de que as orientações das DCNs apresentam convergência com as orientações do enfoque CTS, entende-se a necessidade de se encontrar uma forma para que se possa colocá-las em prática no ensino em Engenharia.

Resolução de problemas: vislumbrando a promoção de aprendizagem significativa

Entre seus pressupostos, as DCNs solicitam, junto aos professores dos cursos de Engenharia, a promoção de atividades de ensino que levem seus alunos a exercitarem sua capacidade em resolver problemas. E, para potencializar essa capacidade, indicam, como pré-requisitos, a promoção de uma sólida formação profissional aliada a um processo de reflexão voltado para a aquisição de valores para a cidadania.

Dessa forma, entende-se que a proposta das DCNs destina-se a dotar o aluno de condições que lhe permitam avaliar e buscar soluções para os problemas que se apresentarão em sua futura atividade profissional, levando em consideração tanto aspectos relacionados à sua formação profissional quanto à sua formação enquanto cidadão.

Nesse panorama, buscou-se, no método de ensino baseado na Resolução de Problemas (LUCERO; CONCARI; POZZO, 2006; SOUZA; BASTOS, 2006; SOUSA, 2001; GAULLIN, 2001; COSTA; MOREIRA, 2000, entre outros), desenvolvido à luz dos pressupostos da teoria da Aprendizagem Significativa (TAVARES, 2008; LUCERO; CONCARI; POZZO, 2006; MOREIRA, 1996, 2000, 2006; AUSUBEL, 1982, 2003; BUSHWEITZ, 2001, entre outros), indícios de um possível caminho a permitir a promoção simultânea da aprendizagem e formação do aluno, futuro egresso em Engenharia.

Por orientação de Ausubel (2003), caracterizou-se a existência de dois diferentes e antagônicos tipos de aprendizagem: a mecânica e a significativa. Para Ausubel (2003), Buchweitz (2001), Costa e Moreira (2000), Guruceaga e González Garcia (2004) e Tavares (2008), na aprendizagem entendida como significativa, o indivíduo assimila um novo conhecimento por meio de relacionamentos com a estrutura dos conhecimentos já incorporados; e, por outro lado, na aprendizagem entendida como mecânica, os conhecimentos são adquiridos aleatoriamente, por simples memorização. Em virtude do exposto, entende-se como uma aprendizagem eficaz e desejável aos alunos de Engenharia, aquela resultante de processos mentais decorrentes da modificação, relacionamento e complementação de conhecimentos preexistentes. A função desses conhecimentos preexistentes é a de dar significado e sustentação para novos conhecimentos. Ao serem captados, os novos conhecimentos assumem, por sua vez, a posição e a função dos conhecimentos preexistentes, criando, assim, uma estrutura cognitiva cíclica que se renova/atualiza/recompõe a cada nova aprendizagem ocorrida.

Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa decorre de um processo de ensino no qual o professor promove o uso de materiais e mecanismos de ensino potencializadores de aprendizagem significativa em busca de um maior envolvimento do aluno no processo de aprendizagem.

Os autores cujos trabalhos foram estudados, cada um à sua maneira, indicam os problemas como um material, e as atividades de ensino baseadas na resolução desses proble-

mas como um importante e potencial caminho na busca da construção de uma aprendizagem significativa, à medida que consigam promover o envolvimento dos alunos nas atividades propostas. Para tanto, a fim de que os problemas cumpram com o seu papel de material de ensino potencial de aprendizagem significativa, seus enunciados precisam ser elaborados, exigindo muito mais dos alunos do que uma resolução mecânica, com aplicações diretas de fórmulas e conceitos estanques. Dessa forma, vale recordar que Ausubel (2003) condiciona a ocorrência de uma aprendizagem significativa à potencialidade dada não somente pelo uso de material significativo, mas, também, dada pelo desenvolvimento de processos ou mecanismos de ensino e a promoção do envolvimento do aluno.

O ensino por meio de problemas apresenta-se, na forma exposta, como potencial de aprendizagem significativa, condicionando-se à construção, por parte do professor, de ações que se destinem a repartir, com o aluno, a responsabilidade junto ao processo de ensino e aprendizagem. Nas diversas situações expostas, a flexibilidade da estrutura de um problema assume um papel de extrema importância. Por meio dessa flexibilidade, os problemas permitem a inserção, em seu enunciado, de questões e questionamentos abrangendo diferentes aspectos: objetivos de ensino, objetivos de curso, atividades experimentais, ensino de leis e conceitos, questões sociais e ambientais, entre outros. E, por meio dessas questões e questionamentos, vislumbra-se uma possibilidade ou caminho para o professor elaborar e desenvolver estratégias e materiais de ensino com potenciais igualmente significativos.

A hipótese: Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões

Apresentou-se, em trabalho de dissertação (MACHADO, 2009b), a proposta de uma metodologia para aplicação no ensino em Engenharia, nas disciplinas da área da Física. Essa metodologia, intitulada Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGD), é constituída, basicamente, de um conjunto de orientações sobre as etapas de elaboração e aplicação dos Problemas Geradores de Discussões (MACHADO, 2009a). E foi construída a partir do entendimento dos novos objetivos de ensino e de formação acadêmica estabelecidos para os cursos de Engenharia. As DCNs, assim como o enfoque CTS, indicam a necessidade de uma nova visão curricular, mostrando que as disciplinas devem ser trabalhadas de forma integrada e em um processo participativo. Objetivando promover a formação de um aluno egresso em Engenharia com forte e ampla base científica e tecnológica, capacitado a manipular e desenvolver novas tecnologias e a identificar e solucionar os problemas que se apresentem em sua vida pessoal e profissional, sem deixar de observar o seu papel como cidadão e suas responsabilidades perante a sociedade e o meio ambiente. Contudo, para que essa base científica cumpra a sua função frente aos objetivos traçados, deve ser adquirida em um processo de ensino elaborado e realizado por meio de atividades que busquem a promoção de uma aprendizagem significativa.

Como forma de integração entre conteúdos, a Metodologia PGD propõe a contextualização dos conhecimentos a partir de questões e questionamentos elaborados em torno de uma situação ou problema gerador. Sobre o uso de problemas geradores, entende-se ser importante salientar a existência de estudo anterior realizado por Arruda e Nardi (1992). Em visão particular, entende-se que não deve ocorrer, por parte do professor, uma preocupação

em elaborar atividades que forcem a integração entre as disciplinas do curso de Engenharia. Essa integração deve ocorrer de forma natural e espontânea por meio da contextualização dos conhecimentos. Acredita-se que à medida que o problema gerador estiver relacionado às atividades do profissional de Engenharia, naturalmente, exigirá do aluno a utilização de conhecimentos científicos das mais diversas áreas e da análise de aspectos sociais e ambientais, para buscar a sua solução.

Dessa forma, a Metodologia PGD tem por objetivo permitir, às disciplinas da área de Ciências e Matemática, dar uma maior parcela de contribuição para o desenvolvimento das habilidades e competências exigidas à formação acadêmica do engenheiro (MACHADO; PINHEIRO, 2009). Junto à formação acadêmica em Engenharia, a Metodologia PGD destina-se a dar contribuições tanto no aspecto profissional (aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos) quanto no aspecto humanista (formação para a cidadania). Em relação ao aspecto profissional, a metodologia busca promover atividades de ensino que levam o aluno a exercitar a sua capacidade de: ampliar e aplicar os conhecimentos científicos adquiridos à Engenharia; projetar e conduzir experimentos científicos; identificar e resolver, desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas, no intuito de solucionar um problema; comunicar-se eficientemente nas formas escrita e oral, entre outros. Em relação ao aspecto humanista, a metodologia PGD busca exercitar a capacidade do aluno de analisar e avaliar processos, procedimentos e/ou o uso de produtos tecnológicos, levando em consideração aspectos relacionados à Ciência e Tecnologia, mas, também, aspectos sociais, políticos, éticos, econômicos, ambientais etc. Dessa forma, busca-se construir, no aluno de Engenharia, o hábito de analisar o uso da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com os possíveis impactos causados sobre a sociedade e sobre o meio ambiente.

A metodologia da pesquisa

A pesquisa foi aplicada na disciplina de Física Geral I, junto a uma turma de 44 alunos recém-ingressos nos cursos de Engenharia de Produção da UTFPR-PG, no primeiro semestre do ano letivo de 2008. Por tratar, a Metodologia PGD, de uma proposta de ensino em Engenharia pouco estudada, e pelo fato de que os fenômenos foram investigados no seu ambiente de ocorrência, entendeu-se, a partir das orientações de Lakatos e Marconi (2001), que o estudo realizado desenvolveu-se por meio de uma pesquisa classificada como exploratória e aplicada. De acordo com Silva e Meneses (2001) e Cervo e Bervian (1983), a pesquisa aplicada busca a solução para problemas específicos, e seus resultados são aplicados para a solução direta de um problema. As atividades da pesquisa deram-se por meio da aplicação de três atividades de ensino elaboradas de acordo com a Metodologia PGD (Quadros 1, 2 e 3), ocorrendo a coleta de dados com o recebimento de relatórios, nos quais os alunos descreveram as atividades desenvolvidas na busca de solução às questões e questionamentos propostos pelos PGDs. A aplicação dos PGDs deu-se de acordo com o método “grupo focal ou grupo de discussões” (CASTRO, 2006; CRUZ NETO; MOREIRA; SUCENA, 2002). Quanto à abordagem do problema, ou seja, quanto à forma pela qual foram analisados os dados coletados, entende-se que ocorreu, nesse trabalho, uma abordagem qualitativa, dessa forma, os dados obtidos junto aos relatórios foram, por sua vez, analisados por meio do método Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

Os PGDs aplicados na pesquisa

O primeiro PGD da pesquisa (Custo da mão-de-obra na produção do pão - Quadro 1), foi aplicado nos dias 11 e 12 de agosto de 2008 e, com exceção da elaboração do relatório final, teve suas atividades totalmente desenvolvidas em sala de aula. Participou, efetivamente, das atividades desse PGD um total de 39 alunos. Para o desenvolvimento das atividades, inclusive a elaboração do pré-relatório, foi necessário o uso de sete horas-aula.

Esse PGD apresentou como problema gerador uma situação relacionada à produção do pão. O problema em questão é considerado gerador ao apresentar-se como um elo de ligação entre: conhecimentos científicos (sistemas de unidades de medidas, realização de medidas de volume e/ou massa de sólidos, líquidos e gases), processos tecnológicos (uso de diferentes tecnologias quanto aos recursos energéticos, artefatos tecnológicos, procedimentos e processos) e questões sociais e ambientais.

Quadro 1. PGD I (Custo da mão-de-obra na produção do pão). Fonte: Autoria própria.

Problema gerador	“Fazendo uma comparação entre o pão feito em casa e o pão produzido na padaria, proponha procedimentos para determinar o valor atribuído à mão de obra, na produção caseira, para que duas porções iguais de pão, produzidas em casa e na padaria, tenham o mesmo valor.”
Formação profissional	Atividades: 1 - Dada a receita, determine o custo, em reais, e as correspondentes medidas, no Sistema Internacional, das porções de sal e leite indicadas: * Receita: Pão de leite: 3 xícaras de trigo; 1 colher de sopa de açúcar; ½ colher de sopa de sal; 1 colher de sopa de fermento granulado; 2 colheres de sopa de margarina; 2 xícaras de leite e 2 ovos. * Preparo: juntar água morna até dar ponto, amassar, montar o pão em uma forma, deixar a massa descansar e crescer, e assar por 40 minutos em forno com temperatura alta.
Formação para a cidadania	2 - Pré-relatório com identificação dos alunos do grupo; 2.1 - Título da pesquisa; 2.2 - Procedimentos desenvolvidos e procedimentos propostos; 2.3 - O pão pode ser produzido em um processo menos tecnológico, feito à mão e assado em forno à lenha, ou em um processo mais moderno, feito à mão e assado em forno a gás, ou, ainda, em uma máquina elétrica de fazer pão. Indique comparativamente os benefícios e malefícios de cada um dos processos; 2.4 - Fazer pão é uma técnica ou uma tecnologia? 2.5 - Conclusões do grupo. 3 - Entregar o pré-relatório para conferência do professor; 4 - Discussões; 5 - Entrega do relatório final via e-mail, cd ou disquete.

O PGD II (Aparelho para ginástica - Quadro 2), contou com a participação de 43 alunos. No laboratório, foram utilizadas três horas-aula para a realização das atividades em grupo, no dia 25 de agosto, e, no dia primeiro de setembro, foram utilizadas mais três horas-aula para a realização das discussões finais. As atividades referentes à elaboração e envio dos pré-relatórios, pelos alunos em seus grupos, e os relatórios finais, de cada aluno, foram realizadas fora da sala de aula.

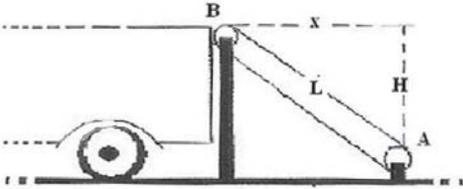
Quadro 2. PGD II (Aparelho para ginástica). Fonte: Autoria própria.

<p>Formação profissional</p>	<p>Atividade 1:</p> <p>1.1 - Determine experimentalmente a constante elástica de uma mola.</p> <p>1.2 - explique o procedimento desenvolvido;</p> <p>1.3 - o que indica a constante elástica de uma mola?</p> <p>1.4 - duas molas têm constantes elásticas tais que $k_1 > k_2$, o que isso indica?</p> <p>1.5 - a constante elástica tem valores tabelados, como coeficiente de dilatação térmico, calor específico ou resistividade elétrica? Justifique.</p>
<p>Problema gerador</p>	<p>Atividade 2: partindo dos conhecimentos desenvolvidos na primeira atividade, resolva / responda as questões do seguinte problema:</p> <p>“O esquema representado da figura indica o projeto de um aparelho de ginástica em que o esforço será relacionado a uma deformação elástica. As molas AB e CB são idênticas e apresentam coeficiente de deformação de 1,2KN/m. As molas apresentam, quando indeformadas, comprimento de 40 cm. A distância L indicada é de 80 cm. Que intensidade de força F uma pessoa estará aplicando no instante em que ocorrer um deslocamento “d”, de 30 cm no sistema?”</p> <div data-bbox="678 961 1052 1318" style="text-align: center;"> <p><i>Vista panorâmica de posição superior</i></p> </div> <p>2.1 - Comparando o resultado obtido por esse aparelho com os tradicionais (baseados no levantamento de peso por roldanas e cabos), ao levantamento de qual massa, o esforço realizado pode ser comparado?</p>
<p>Formação para a cidadania</p>	<p>2.2 - Na busca de melhores performances esportivas ou de desenvolvimento muscular mais rápido, há pessoas que utilizam tecnologias alternativas. Discuta, com os colegas do seu grupo, essa questão, buscando, em diferentes tecnologias, os seus benefícios e malefícios, sob diversos aspectos: social, ético, político, moral, ambiental etc. Observe que, para uma determinada tecnologia, há sempre quem planeja (cria), quem produz, quem comercializa e quem consome.</p> <p>3 - Entregar um pré-relatório com as respostas às questões 1 e 2 até XX/XX</p> <p>4 - As discussões sobre as questões desse PGD ocorrerão no dia XX/XX, e a entrega do relatório final deverá ocorrer até XX/XX.</p>

Optou-se, na construção deste PGD, por iniciá-lo com as atividades referentes à promoção da formação profissional (aquisição e aplicação de conhecimentos científicos em atividades experimentais) do aluno de Engenharia. Dessa forma, com as questões referentes à primeira atividade do PGD, buscou-se promover, por meio da realização de uma atividade experimental associada a alguns questionamentos, a potencialização da teoria, aplicando-a à prática.

O terceiro PGD (Esteira transportadora - Quadro 3), contou com a participação de 41 alunos. Teve seu início no dia 13 de outubro de 2008, com a realização, durante três horas-aula, das atividades desenvolvidas nos grupos. A atividade final, referente às discussões no grande grupo, ocorreu durante outras três horas-aula no dia 20 de outubro. Assim como no PGD II, os relatórios dos grupos e individuais foram elaborados e entregues em atividades realizadas fora da sala de aula.

Quadro 3. PGD III (Esteira transportadora). Fonte: Autoria própria.

<p>Problema gerador</p>	<p>“Precisa-se projetar um sistema fixo para elevação de sacos de milho até a carroceria de um caminhão por meio de uma esteira transportadora. Cuidado! Há que se cuidar para que a inclinação não seja muito grande, fazendo com que os sacos de milho escorreguem na esteira. Determine o comprimento mínimo “L” inclinado que a esteira poderá ter, em função da altura H de elevação da carga de milho da base da esteira à carroceria do caminhão, e do coeficiente de atrito estático entre as superfícies do saco de milho e esteira transportadora. Os sacos de milho deverão ser soltos em A.”</p> 
<p>Formação profissional</p>	<p>2 - Observando que a esteira da questão é um plano inclinado, e o plano inclinado, assim como as roldanas e alavancas, são chamados, na Mecânica, de Máquinas Simples, responda os seguintes questionamentos: 2.1 - Qual a vantagem de se realizar o trabalho de elevar os sacos de milho por meio de um plano inclinado, comparando com a sua elevação vertical, direta sobre a carroceria do caminhão? 2.2 - Há trabalhos que o homem não conseguiria desenvolver sem o uso de uma máquina simples? Explique.</p>
<p>Formação para a cidadania</p>	<p>2.3 - Há situações em que você não confiaria determinada tarefa a uma máquina? Quais? Justifique. 2.4 - Discuta, com seus pares, aspectos positivos e negativos do uso das máquinas na colheita da cana-de-açúcar, por exemplo, levando em consideração os aspectos: social, ambiental, político, ético, econômico etc.</p>

O problema gerador do PGD III foi construído a partir da necessidade de se elaborar o projeto de uma esteira transportadora destinada à elevação de sacos de milho. Uma esteira transportadora é, basicamente, uma superfície que se movimenta por meio da propulsão de um motor elétrico e tem a função de transportar cargas de um local para outro. Nesse propósito, a superfície da esteira transportadora em questão precisa ser projetada de forma que seja posicionada na direção de um plano inclinado.

Os planos inclinados, bem como as alavancas e roldanas são dispositivos mecânicos chamados de Máquinas Simples, e têm a função de facilitar a realização do trabalho físico humano por meio da diminuição do esforço aplicado. Dessa forma, vislumbrou-se, com a elaboração do problema gerador desse PGD, promover a ligação entre o plano inclinado, com suas questões destinadas a buscar a formação profissional do engenheiro, e as máquinas simples, com seus questionamentos objetivando promover a formação acadêmica em seu aspecto cidadão.

Percepções sobre os dados coletados

A partir dos dados coletados junto aos relatórios, percebeu-se ter ocorrido, durante a realização das atividades propostas pelos PGDs, a potencialização da aprendizagem dos conhecimentos adquiridos, por esses alunos, por meio de atividades de resolução de problemas, conforme o exemplo exposto na Figura 1, e para desenvolver ou propor procedimentos experimentais, conforme relatam os alunos do Grupo A e J:

“Pesquisar a capacidade (volume) da xícara medida para a conversão e exata quantificação das unidades de medida. (S.I) $V = 0,000175m^3$ (volume aproximado). Pesquisar o preço dos ingredientes indicados – referente à quantidade utilizada na receita – para cálculo de custos, indicando conforme S.I: -3 xícaras de trigo = R\$ 0,82 ~ 0,360 Kg (valores aproximados); -1 colher de sopa de sal = R\$ 0,004 ~ 0,00585 Kg (valores aproximados); -1 colher de sopa de fermento granulado = R\$ 0,75 ~ 0,030 Kg (valores aproximados); -2 colheres de sopa de margarina = R\$ 0,187 ~ 0,024 Kg (valores aproximados); -2 xícaras de leite = R\$ 0,54 ~ 0,000350 m³ (valores aproximados); -2 ovos = R\$ 0,333 ~ 2 unidades (valores aproximados). Custo aproximado dos ingredientes: R\$ 2,647. Incorporar, ao custo estimado, o custo de produção referente ao método (processo) escolhido. Máquina elétrica de fazer pão: consumo aproximado em 40 min: 1,08 MJ, valor aproximado: R\$ 0,173. Custo ingredientes+custo de produção= R\$ 2,82”. (alunos, grupo J)

“Determinamos o valor da massa dos pesos utilizados através da balança de precisão, resultando em média 50,3g por peso. Medimos o alongamento da mola de plástico, sem adicionar pesos, encontrando o valor de 0,19m. Para encontrar o valor da força peso (P), multiplicamos o valor da massa pelo valor da aceleração da gravidade. Sustentamos o peso na extremidade inferior da mola e constatamos uma deformação de 0,095m. Para determinarmos o valor da constante elástica da

mola, dividimos o valor da força peso em Newton (N) pelo valor da deformação sofrida pela mola, em metro (m), o que resultou em uma constante (K) de 5,192N/m. Após a colocação do segundo peso, junto do primeiro, houve uma deformação permanente da mola, o que impossibilitou a continuação do experimento com este modelo de mola. Substituímos a mola de plástico por uma de metal, com alongamento de 0,011m. Sustentamos um peso ($P=0,49327N$) na extremidade da mola de metal, que resultou numa deformação de 0,0026m, então dividimos o peso pela deformação, encontrando o valor da constante K^1 igual a 189,719N/m. Sustentamos dois pesos ($P=0,98850N$) na extremidade da mola de metal, que resultou numa deformação de 0,0051m, então dividimos o peso pela deformação, encontrando o valor da constante K^2 igual a 193,824N/m. Sustentamos três pesos ($P=1,47689N$) na extremidade da mola de metal, que resultou numa deformação de 0,00742m, então dividimos o peso pela deformação, encontrando o valor da constante K^3 igual a 199,041N/m [...].” (alunos, grupo A)

Nos relatos expostos, os alunos do grupo A indicam os procedimentos por eles desenvolvidos para a determinação da constante elástica de uma mola, atividade solicitada pelo PGD II. Os alunos do grupo J propõem procedimentos para a determinação do custo da mão de obra para a produção do pão caseiro, conforme solicitação do PGD I. Na Figura 1 é possível perceber o raciocínio empregado pelos alunos do Grupo K para solucionar o problema proposto no início do PGD II.

Ainda voltado para a formação científica, observa-se, nos relatórios enviados, como as atividades dos PGDs contribuíram para exercitar a capacidade dos alunos de aplicarem os conhecimentos adquiridos para avaliar os problemas propostos. Entre seus questionamentos, o PGD II solicitou, aos alunos, que fizessem uma avaliação comparando o aparelho de ginástica proposto pela atividade, baseado na deformação de molas, com os aparelhos tradicionais, cujo funcionamento é baseado no levantamento de pesos por meio de roldanas e cabos. Referindo-se, inicialmente, ao aparelho proposto no PGD, o aluno 13 teceu o seguinte comentário:

“[...] o rendimento destes aparelhos é drasticamente reduzido, pois o “exercício” em si só começa a ser realizado a partir do momento em que a mola já atingiu sua deformação quase total e com isso apenas poucos músculos são utilizados na produção da força ainda necessária para a extensão máxima do aparelho, pois à medida que a mola se deforma a força que devemos aplicar para continuar essa deformação será aumentada [...]. Com o uso de roldanas ou cabos a situação se inverte, pois a força será sempre constante, proporcionando assim, considerando ainda um aparelho para exercícios físicos, uma melhor distribuição de forças e exercitando maior número de músculos com maior eficiência”. (aluno 13)

Entre suas atividades, o PGD III solicitou, aos alunos, que avaliassem a realização de um trabalho físico realizado para elevar um mesmo objeto em duas situações: com e sem o uso de um plano inclinado. Pode-se observar como os alunos utilizaram seus conhecimentos para comparar os dois procedimentos por meio do seguinte relato:

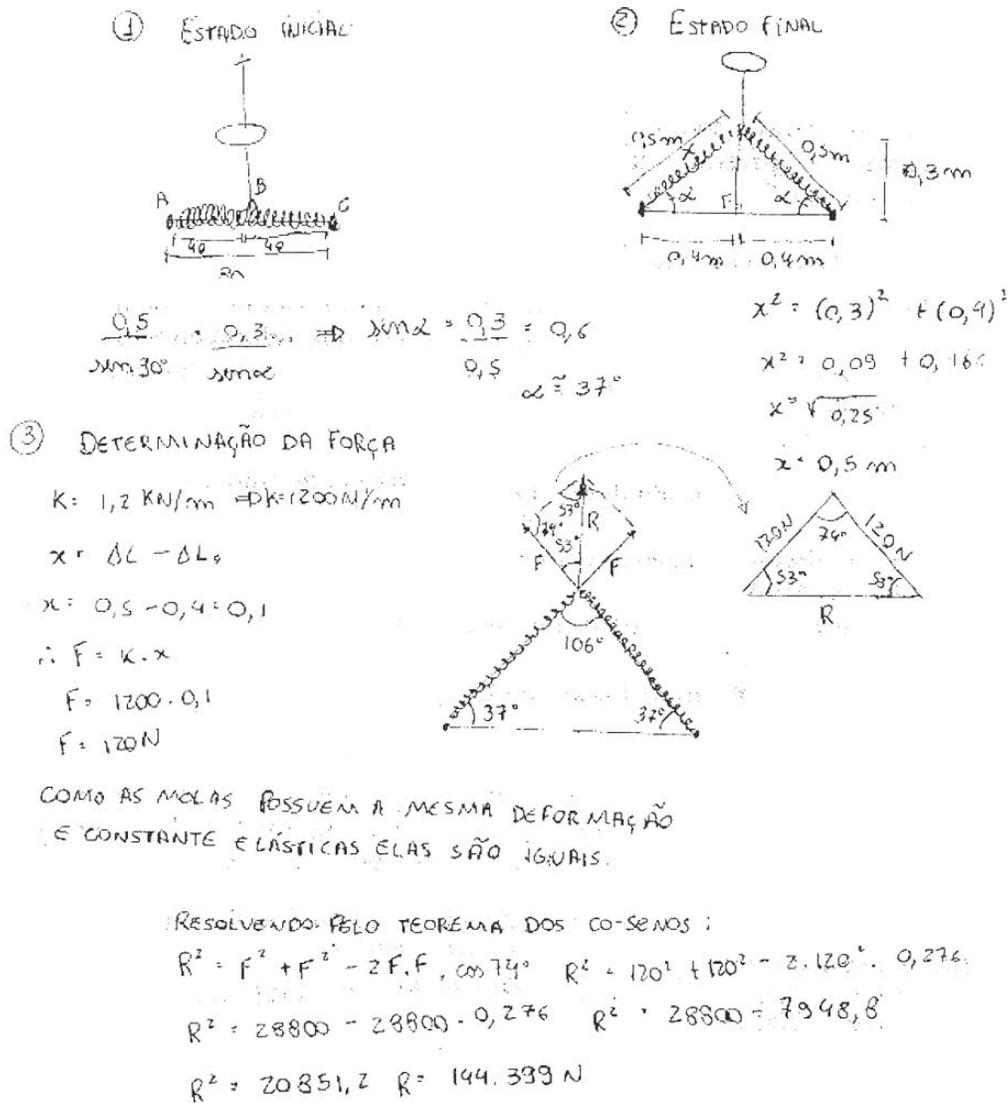


Figura 1. Procedimentos do grupo K, atividade 2, PGD II (Aparelho para ginástica). Fonte: Autoria própria.

“Imaginando um plano inclinado sem atrito, quando elevarmos certo objeto no plano inclinado à força peso do objeto se decompunha em P_x e P_y sendo que a força que terá de ser aplicada não será o peso total e sim uma parcela do peso que é P_x . Já elevando verticalmente este mesmo objeto teríamos que elevar o peso total do objeto. O trabalho realizado será o mesmo nos dois casos, pois no plano inclinado

como foi dito anteriormente a força que será aplicada será a decomposição do peso, ou seja, a força aplicada será menor, mas com isso terá que percorrer uma distância maior, e elevando verticalmente este objeto será o contrario, aplicando uma força maior em uma distância menor”. (alunos, grupo H)

Ao voltar-se para a formação acadêmica em seu aspecto humanista, observa-se, na ênfase à contextualização do ensino, uma das mais importantes contribuições do enfoque de Ensino CTS junto ao processo de formação acadêmica em Engenharia. Por meio da contextualização do ensino, entendeu-se a possibilidade de se fazer o relacionamento, em sala de aula, entre os conhecimentos científicos do ensino da FG I junto ao contexto profissional da Engenharia (elaboração e produção de tecnologias) e socioambiental em que o aluno vive e participa. Nessa perspectiva, percebe-se que, por meio das atividades previstas pelo PGD II, por exemplo, os alunos discutiram as vantagens e desvantagens do uso de um aparelho cujo funcionamento foi estabelecido utilizando-se do princípio do esforço necessário para promover a deformação de molas, em comparação com os habituais aparelhos cujo funcionamento dá-se em decorrência do levantamento de pesos, utilizando-se de hastes de sustentação, cabos e roldanas. Nesse sentido, referindo-se, inicialmente, ao aparelho proposto no PGD, o aluno 13 teceu o seguinte comentário:

“[...] o rendimento destes aparelhos é drasticamente reduzido, pois o “exercício” em si só começa a ser realizado a partir do momento em que a mola já atingiu sua deformação quase total e com isso apenas poucos músculos são utilizados na produção da força ainda necessária para a extensão máxima do aparelho, pois à medida que a mola se deforma a força que devemos aplicar para continuar essa deformação será aumentada [...]. Com o uso de roldanas ou cabos a situação se inverte, pois a força será sempre constante, proporcionando assim, considerando ainda um aparelho para exercícios físicos, uma melhor distribuição de forças e exercitando maior número de músculos com maior eficiência”. (aluno 13)

Já, no que se refere ao PGD I, por meio dos questionamentos, solicitou-se aos alunos que fizessem comparações entre três diferentes procedimentos para a produção do pão, indicando vantagens e desvantagens entre esses processos. Entre os diversos argumentos apresentados pelos alunos ou grupos de alunos em seus relatórios, observam-se, no relato a seguir, ponderações sobre as diferentes fontes de energia utilizadas para o processo de preparo do pão caseiro.

“Quanto à questão ambiental, seria mais fácil lidarmos com uma população consciente, mas o que notamos não é exatamente isso. Não são todas as indústrias que seguem as normas ambientais estabelecidas, liberando assim grande quantidade de gases poluentes na atmosfera; portanto seria mais conveniente e acessível, neste caso, o uso do gás butano para assar o pão, devido a ele não lançar poluentes no meio. É verdade que ele é um derivado do petróleo e sendo assim não é um recurso renovável, decorrente disso entra em pauta o uso do forno elétrico, onde a energia

provida de usinas hidrelétricas poderia ser vantajosa, mas como o investimento para se adquirir um forno de pão é alto, fica então o gás de cozinha como melhor método. Seja a maneira fabril ou a caseira, nas proporções propostas, a poluição ambiental seria a mesma desde que os processos sejam equivalentes". (aluno 33)

Nessa mesma linha de raciocínio, por meio do PGD II, solicitou-se, aos alunos, que pesquisassem e indicassem aspectos positivos e negativos para diferentes tecnologias ou produtos tecnológicos elaborados para promover maior desempenho esportivo ou um mais rápido desenvolvimento muscular. Uma síntese das diversas tecnologias consideradas pelos alunos pode ser observada no comentário do aluno 14.

"Na discussão das tecnologias alternativas para melhor performance esportiva, vimos algumas como os anabolizantes esteróides, suplementos alimentares, novos tipos de equipamento, planejamento de um melhor treino com um especialista no assunto. Concluímos que depende do que a pessoa que se utiliza dessas técnicas deseja, sendo que cada caso é um caso e deve ser analisado mais profundamente para concluir algo mais concreto quanto aos malefícios e benefícios do uso dessas técnicas". (aluno 14)

No PGD III, os questionamentos promoveram discussões relacionadas ao uso das máquinas e os efeitos da substituição da mão de obra humana pela mecânica, na colheita da cana-de-açúcar. Os diferentes aspectos abordados em função desse questionamento podem ser observados no seguinte relato:

"Positivos: Alto rendimento, por trabalhar mais e mais rápido produzindo mais; rapidez na colheita, pela maior velocidade de trabalho; menos acidentes como amputações de membros, devido ao uso do facão; geração de empregos na cadeia produtiva da máquina em si; aumento da produção; aparecimento de infra-estrutura para o treinamento de pessoal para dirigir a máquina, manutenção da mesma, entre outros; contratação de mão-de-obra especializada; diminui a exploração e degradação do trabalhador; extirpa casos como os de bóias-frias que utilizam drogas para tentar aumentar seu rendimento; entre outros.

Negativos: Ocasional desemprego estrutural, mesmo que os principais atingidos sejam trabalhadores sazonais; gera fome, marginalização, violência, entre outros, indiretamente; aumenta o custo do produto final; o alto custo e o grande tempo despendido na manutenção de uma máquina avariada; o impacto ambiental, dependendo da fonte de energia que a alimenta e dos resíduos resultantes de sua produção e de sua manutenção, se estes não tiverem destino correto; o fato de que qualquer dano na máquina pode aumentar aquele impacto; grande período de tempo e número de pessoas desempregados, quando se opta pelo uso da máquina; certa diminuição na eficiência do corte, já que um homem tem mais mobilidade num terreno irregular e realiza um corte mais rente ao solo, fato que não ocorre com uma máquina, pois esta necessita de uma altura mínima de corte acima do que a de corte humano; entre outros". (alunos, grupo C)

Conclusões

A partir dos dados coletados e análises realizadas, entende-se que os resultados obtidos pela pesquisa, aqui apresentada de forma resumida, permitem afirmar que as atividades propostas pela Metodologia PGD possibilitaram, à disciplina de Física Geral I, desempenhar um papel mais efetivo junto ao processo de formação acadêmica do aluno de Engenharia, tanto no seu aspecto profissional quanto humanista. No aspecto profissional, no que se refere à aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos, as atividades propostas pelos PGDs levaram os alunos a exercitarem sua capacidade de resolver problemas utilizando-se dos conhecimentos adquiridos no ensino da Física. Esses conhecimentos foram colocados à prova em diferentes atividades de ensino (em grupo, com discussões, pesquisa, reflexões, experimentais etc.), contribuindo para o desempenho, por parte do aluno, de um papel mais independente junto ao processo de busca e aquisição de novos conhecimentos. No aspecto humanista, os questionamentos inseridos junto ao corpo dos PGDs levaram os alunos a refletirem, analisarem e avaliarem diferentes processos, procedimentos ou produtos tecnológicos em situações relacionadas ao problema gerador proposto, levando em consideração, além de conhecimentos científicos e tecnológicos, também questões sociais e ambientais. Dessa forma, entende-se que a aplicação da Metodologia PGD contribuiu para promover a aquisição, junto aos alunos de Engenharia de Produção envolvidos na pesquisa, de novos valores. E, nessa perspectiva, considera-se que a associação dos conhecimentos adquiridos aos novos valores e novas atitudes tende a contribuir para formar esse aluno, futuro profissional da Engenharia, tornando-o melhor preparado para desempenhar suas funções enquanto cidadão e engenheiro.

Referências

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 1, n. 1, p. 3-16, 2004. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/educacion.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2008.
- ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Planejamento de curso através da técnica de resolução de problemas: um exemplo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 10, n. 2, p. 237-240, 1992.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**, Lisboa: Plátano, 2003.

_____. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 abr. 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2007.

BUCHWEITZ, B. Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 133-141, 2001.

CASTRO, C. M. **A prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**: para uso dos estudantes universitários. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 2000, Peniche. **Atas...** Lisboa: Universidade Aberta, 2000. p. 243-252. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/18-3/artpdf/a1.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2008.

CRUZ NETO, O.; MOREIRA, M. R.; SUCENA, L. F. M. Grupos focais e pesquisa social qualitativa: o debate orientado como técnica de investigação. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13., 2002, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ABEP, 2002. p. 1-26.

FÁVERO, M. H.; SOUSA, C. M. S. G. A resolução de problemas em física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 143-196, 2001. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID73/v6_n2_a2001.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2008.

GAULIN, C. Tendencias actuales de la resolución de problemas. **Sigma**: Revista de Matemáticas, Bilbao, v. 1, n. 19, p. 51-63, 2001. Disponível em: <http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-573/es/contenidos/informacion/dia6_sigma/es_sigma/adjuntos/sigma_19/7_Tendencias_Actuales.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2008.

GURUCEAGA, A.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. M. Aprendizaje significativo y educación ambiental: análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 22, n. 1, p. 115-136, 2004.

LAKATOS, E. A.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LUCERO, I.; CONCARI, S.; POZZO, R. El análisis cualitativo en la resolución de problemas de física y su influencia en el aprendizaje significativo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID146/v11_n1_a2006.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2008.

MACHADO, V. **Problemas geradores de discussões**: uma metodologia para o ensino de física em engenharia: manual para elaboração e aplicação da metodologia PGD na disciplina de física em cursos de engenharia. 2009. Trabalho apresentado como requisito parcial no Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009a. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgect/dissertaco/prodtec_vini.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2009.

_____. **Problemas geradores de discussões**: uma proposta para a disciplina de Física nos cursos de Engenharia. 2009. 187f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009b. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgect/dissertaco/dissertvini.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Problema gerador de discussões: uma metodologia para o ensino em engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 31-49, 2009. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/rbect>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

MOREIRA, M. A. Modelos mentais. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 3, p.193-232, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

_____. Aprendizagem significativa subversiva. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., Peniche. **Anais...** Lisboa: Universidade Aberta, 2000. p. 33-45. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

_____. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 5., Madrid, Espanha. **Conferência...** Madrid, Espanha, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. 305f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PÓVOA, J. M.; BENTO, P. E. G. O engenheiro, sua formação e o mundo do trabalho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Abenge, 2005. p. 12-22.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: UFSC, Laboratório de Ensino a Distância, 2001.

SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P. Um ambiente multimídia e a resolução de problemas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 3, p. 315-332, 2006.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 94-100, 2008.