



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PPGECT**

**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**

Material elaborado por Vinicius Machado
como parte do trabalho desenvolvido no
Mestrado Profissional em Ensino de Ciência
e Tecnologia, linha de pesquisa: Ciência e
Tecnologia no Contexto do Ensino e
Aprendizagem, sob a orientação da Prof.^a
Dr.^a Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

**PONTA GROSSA
JUNHO DE 2009**

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	03
2 - REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1 - AS ORIENTAÇÕES DAS DIRETRIZES DOS CURSOS DE ENGENHARIA	04
2.2 - PRINCÍPIOS DO ENFOQUE DE ENSINO CTS	05
2.3 - A PROPOSTA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	07
3 - A METODOLOGIA PGD: JUSTIFICATIVAS	09
4 - A METODOLOGIA PGD: ORIENTAÇÕES	11
4.1 - ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE UM PGD	11
4.2 - ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÕES DE PGDs	12
5 - ESTRUTURA DOS PGDs	16
6 - PGD I: CUSTO DA MÃO-DE-OBRA NA PRODUÇÃO DO PÃO	21
7 - PGD II: APARELHO PARA GINÁSTICA	28
8 - PGD III: ESTEIRA TRANSPORTADORA	34
9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
10 - REFERÊNCIAS	41
11 - REFERÊNCIAS DOS TEXTOS SUGERIDOS AOS ALUNOS	46

1- INTRODUÇÃO

Os cursos de formação na área tecnológica, entre eles o de graduação em Engenharia, vêm apresentando grandes índices de reprovação e evasão acadêmica nos primeiros períodos de estudo, principalmente nas disciplinas da área de Ciências e Matemática (ARAÚJO, 2002; LOPES, 2002; HECKLER *et al*, 2007; MANZINI, 2007) que, de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais encontram-se entre as disciplinas do núcleo de conteúdos básicos (BRASIL, 2002).

Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *câmpus* Ponta Grossa (UTFPR-PG), os cursos de Engenharia entraram em funcionamento no ano de 2007, em regime semestral, com o ingresso de 22 alunos em Engenharia de Produção Mecânica e 22 alunos em Engenharia de Produção Controle e Automação. Nesses cursos, ao final do primeiro ano de funcionamento, atingiu-se na disciplina de Física Geral I um alarmante índice de reprovação de aproximadamente 64%. Frente a esse problema, observou-se a necessidade de promover uma revisão na prática de ensino em Física junto às turmas de alunos recém-ingressos em Engenharia a fim de promover procedimentos de ensino na busca de despertar o aluno para uma nova realidade. Nessa nova realidade o aluno precisa conscientizar-se de que a qualidade da aprendizagem não deve ser refletida apenas em notas, mas, principalmente em significados. Se no ensino de Física a nível médio a aprendizagem priorizava a memorização de fórmulas e conceitos visando a aprovação em concurso vestibular, nos cursos de Engenharia essas fórmulas e conceitos só têm real significado ou importância se permitirem ao aluno o seu uso como base de conhecimento para a solução de problemas mais complexos. Que problemas seriam esses?

Tem-se observado que quando há, por parte dos alunos, algum entendimento sobre essa nova realidade, esses problemas são entendidos como mais difíceis, porém, ainda são solucionados no papel, com o simples uso de raciocínio e aplicações de conhecimentos científicos. De fato, se elaborados dentro do contexto da Engenharia e exigirem mais do que a simples aplicação de fórmulas e uso de conceitos prontos, os problemas cuja solução

pode ser atingida no papel têm o seu significado, porém, não devem restringir-se a esse objetivo.

No complexo processo de formação do acadêmico de Engenharia indicado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) exige-se mais do que a formação científica adquirida por meio de problemas resolvidos no papel. Exige-se que a formação científica seja também exercitada por meio da solução de problemas práticos, avaliações e proposições de diferentes técnicas e tecnologias, buscando simultaneamente a conscientização do aluno sobre as suas responsabilidades enquanto futuro profissional e cidadão.

Nessa perspectiva, objetiva-se, por meio desse trabalho, levar aos professores orientações gerais sobre a Metodologia PGD com a apresentação das bases teóricas, com suas orientações gerais, sobre as quais foram obtidos parâmetros para a sua construção. Tem-se ainda como objetivo fornecer informações ao(s) leitor(es) sobre como elaborar, como aplicar, e para quê aplicar os Problemas Geradores de Discussões de forma que possa, a partir das orientações descritas elaborar e aplicar atividades com PGDs junto aos seus alunos em sua disciplina de ensino em cursos de Engenharia.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

2.1- AS ORIENTAÇÕES DAS DIRETRIZES DOS CURSOS DE ENGENHARIA

A formação acadêmica do aluno de Engenharia, segundo as DCNs (BRASIL, 2002) parte de uma forte base técnica, científica e profissional, capacitando o futuro engenheiro a trabalhar ou produzir novas tecnologias. Nesse processo, as DCNs atentam para a necessidade de que os alunos sejam estimulados, por meio da resolução de problemas, a analisar, tendo como base aspectos e demandas sociais e ambientais, os processos de produção.

Partindo dessas orientações, entende-se que há, por parte do Ministério da Educação, a preocupação de estabelecer um novo padrão no perfil do egresso em Engenharia de forma que ao passar pela formação acadêmica o futuro profissional esteja pronto para atender tanto às exigências do mercado

de trabalho, entenda-se setor produtivo, quanto, às exigências da sociedade. Em ambos os casos, sociedade e setor produtivo, há a demanda da formação de um engenheiro habituado a planejar ou entender o processo de produção ou de elaboração de novas tecnologias ou artefatos tecnológicos em toda a sua complexidade, tendo como princípio ou como meta a promoção de um desenvolvimento sustentado.

Para que a formação acadêmica atinja esse novo padrão, as DCNs, estabelecem que os cursos de Engenharia precisam passar por mudanças, nas quais o conceito de currículo, que deve ser:

[...] substituído por um conceito bem mais amplo, que pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado (BRASIL, 2002, p.01).

Com essa nova visão curricular, entende-se que os professores de Engenharia precisam elaborar e aplicar atividades de ensino que passem a exigir do aluno uma participação mais ativa no processo de ensino e aprendizagem, realizando pesquisas, desenvolvendo projetos e realizando trabalhos acadêmicos. E, para potencializar os efeitos dessas atividades junto à formação acadêmica solicitada pelas DCNs, é fundamental que essas atividades sejam elaboradas dentro do contexto da Engenharia e relacionadas à prática do aluno enquanto cidadão e futuro profissional atuante na sociedade e setor produtivo.

Nesse contexto, entende-se que pode ser um importante ponto de apoio ao professor, na busca de instrumentalizar os objetivos de ensino/formação acadêmica, observar as orientações e estratégias de ensino estabelecidas pelo movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS.

2.2- PRINCÍPIOS DO ENFOQUE CTS NO ENSINO

O movimento social 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 a correspondente

promoção do bem estar social (AULER e BAZZO, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2001; PINHEIRO, 2005). O reflexo das preocupações sociais junto às questões educacionais deu, por sua vez, origem ao enfoque CTS voltado para o ensino.

Entende-se que entre seus pressupostos, o enfoque CTS apresenta orientações pedagógicas muito semelhantes às apresentadas pelas diretrizes dos cursos de Engenharia. Ambos propõem o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem reflexivo e contextualizado, que promova a participação ativa do educando, objetivando formar a sua criticidade sobre os processos que relacionam a aplicação de conhecimentos científicos junto às tecnologias. Quer seja para avaliação do uso ou fundamentação para a elaboração de novas tecnologias ou produtos tecnológicos, sem deixar, contudo, de levar em considerações os possíveis efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente.

Com essa proposta, o enfoque de ensino CTS apresenta ao professor, em consonância com as orientações das DCNs, a necessidade de aliar ao desenvolvimento das atividades curriculares a realização de práticas de ensino que tenham por objetivo promover o desenvolvimento da cidadania do acadêmico de Engenharia por meio da aquisição de novos valores.

Espera-se, dessa forma, que esses valores possam contribuir para influenciar sempre pela escolha, por parte do futuro engenheiro, de um desenvolvimento tecnológico mais sustentado, ou seja, preocupado em reduzir os impactos da produção e/ou dos artefatos produzidos (SANTOS e MORTIMER, 2001).

Partindo da consonância entre as DCNs e o enfoque CTS, e de suas orientações sobre o processo de formação do perfil do egresso em Engenharia, concluiu-se pela necessidade de escolher/estabelecer uma metodologia de ensino que permita colocar esses pressupostos /orientações educacionais em prática.

2.3- A PROPOSTA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

As diretrizes dos cursos de Engenharia solicitam a promoção de atividades de ensino que levem os alunos a exercitar 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.

Nesse panorama buscou-se no método de ensino baseado na resolução de problemas (COSTA e MOREIRA, 2000 e 2002; GAULIN, 2001; SILVA e BELTRAN NUNEZ, 2002; SOUZA e BASTOS, 2006; LUCERO *et al*, 2006; FÁVERO e SOUSA, 2001; SANTOS e INFANTE-MALACHIAS, 2008; entre outros.) desenvolvido à luz dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1982 e 2003; BUSHWEITZ, 2001; GURUCEAGA e GONZÁLEZ GARCIA, 2004; MOREIRA, 1996, 2000 e 2006; LUCERO *et al*, 2006; TAVARES, 2008; entre outros.), indícios de um possível caminho a permitir a promoção simultânea da aprendizagem e formação do aluno, futuro egresso em Engenharia de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas DCNs. Nesse sentido questionou-se: “Que conceito de problema e aprendizagem adota-se nesse trabalho? De que forma o aluno pode aprender buscando a solução de um problema?”

Adota-se nesse trabalho, a partir das orientações adquiridas junto aos pressupostos teóricos da metodologia de Resolução de Problemas e Teoria da Aprendizagem Significativa, o entendimento de que um problema é uma situação com a qual uma pessoa se depara e vê a necessidade de disponibilizar certo esforço para buscar a sua solução. Esse esforço, quando o problema é utilizado para a promoção de aprendizagem, está relacionado à necessidade de utilização e reorganização de conhecimentos científicos prévios, desenvolvimento de cálculos, realização ou elaboração de procedimentos experimentais, entre outros, na busca de sua solução.

Ausubel (2003) caracteriza dois diferentes e antagônicos tipos de aprendizagem: a mecânica e a significativa. A diferença entre elas, em síntese, entende-se estar no papel desempenhado pelo conhecimento já adquirido junto ao processo de aquisição de novos conhecimentos. Para Ausubel (1982 e 2003), Moreira (2000 e 2006), Buchweitz (2001), Costa e Moreira (2001), 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 uma aprendizagem eficaz e desejável aos alunos de Engenharia, como sendo aquela resultante de processos mentais decorrentes da modificação, relacionamento e complementação de conhecimentos pré-existentes. A função desses conhecimentos pré-existentes é a de dar significado e sustentação para novos conhecimentos, definida por Ausubel (1982; 2003) como função de subsunção ou ancoragem. Ao serem captados os novos conhecimentos assumem, por sua vez, a posição e a função dos conhecimentos pré-existentes, criando assim uma estrutura cognitiva cíclica que se renova/atualiza/recompõe a cada nova aprendizagem ocorrida. Posto isso, questiona-se: Que atitudes contribuem para a aquisição de uma aprendizagem significativa?

Ausubel (2003) condiciona a aprendizagem significativa à ocorrência e associação entre três atitudes: uso de **materiais** e **mecanismos de ensino** potencializadores de aprendizagem significativa e a promoção do **envolvimento acadêmico** 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 problemas 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 (2002) 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 visem 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.

3- A METODOLOGIA DOS PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES: JUSTIFICATIVAS

Apresenta-se, neste manual, a proposta de uma metodologia para aplicação no ensino de disciplinas da área de Ciências e Matemática em Engenharia, nesse caso, de forma mais incisiva, para aplicação nas disciplinas da área da Física. Essa metodologia, intitulada Metodologia PGD ou Metodologia dos PGDs, é constituída basicamente de um conjunto de orientações sobre as etapas de elaboração e de aplicação dos Problemas Geradores de Discussões. E foi construída, conforme demonstrado no decorrer desse trabalho, a partir da determinação ou entendimento dos novos objetivos de ensino e de formação acadêmica para os cursos de Engenharia. Para esse entendimento, foram fundamentais as contribuições obtidas a partir dos estudos realizados sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, enfoque de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade e Teoria da Aprendizagem Significativa.

As DCNs, assim como o enfoque CTS, indicaram 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. 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 Ciência e Matemática dar uma maior parcela de contribuição para o desenvolvimento das habilidades e competências exigidas à formação acadêmica do engenheiro (BRASIL, 2002), ao 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 e interpretar os resultados, identificar e resolver problemas de engenharia, desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas no intuito de solucionar um problema, comunicar-se eficientemente nas formas escrita e oral e avaliar o impacto das atividades da Engenharia no contexto social e ambiental.

4- METODOLOGIA PGD: ORIENTAÇÕES

4.1- ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE UM PGD

A partir dos estudos realizados determinou-se que, para potencializar os objetivos para os quais foram propostos, os PGDs devem ser elaborados de acordo com as seguintes orientações:

- O PGD deve ser elaborado: a partir de uma situação ou problema gerador, que necessariamente deve estar relacionado aos conteúdos de ensino da disciplina indicados no seu ementário e plano de ensino. Dessa forma, as atividades relacionadas a esse problema podem ser utilizadas como um dos instrumentos de avaliação do aluno, sendo os critérios determinados pelo professor;

- O problema gerador deve ser voltado para a realidade do contexto dos cursos de Engenharia;

- O problema deve ser elaborado com questionamentos que exijam a realização de atividades de confronto de idéias, promovendo, dessa forma, a ocorrência de discussões inicialmente entre os alunos separados em grupos e, posteriormente, no grande grupo: todos os alunos da turma e o professor;

- O problema deve conter questão a fim de promover o uso ou aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos já adquiridos pelos alunos na realização ou proposição de atividades experimentais;

- Os questionamentos devem ser elaborados de forma a exigir uma visão crítica e reflexiva por parte dos alunos, no tocante aos mais diversos aspectos: profissional, social, ético, moral, ambiental, político, etc., a partir da análise das tecnologias, produtos e/ou procedimentos tecnológicos envolvidos no problema ou situação geradora;

- Os questionamentos do problema devem exigir dos alunos mais do que aplicações de fórmulas, conceitos e conhecimentos memorizados, a fim de promover o exercício do relacionamento e aplicação de conhecimentos e raciocínios na busca de uma aprendizagem mais significativa;

- Devem ser inseridas no PGD questões que solicitem a elaboração e entrega de relatórios: um pré-relatório, contendo relatos sobre as atividades desenvolvidas pelos alunos do grupo na resolução das questões e questionamentos do PGD e um relatório final e individual que deve ser elaborado e entregue após as discussões realizadas no grande grupo. O relatório final deve solicitar ao aluno que indique de que forma o processo das discussões contribuiu para confirmar ou alterar os procedimentos realizados pelos alunos do seu grupo ao resolver as questões propostas pelo PGD.

4.2- ORIENTAÇÕES PARA A APLICAÇÃO DOS PGDs

Para a elaboração e aplicação de uma atividade de ensino com Problemas Geradores de Discussões, sugere-se o desenvolvimento em etapas, de acordo com a seqüência e orientações dadas pelo esquema apresentado no **QUADRO 1**.

Se as questões do PGD não exigirem a realização de procedimentos empíricos, mas, apenas a elaboração de procedimentos, todas as atividades desenvolvidas na Etapa 1 podem ser desenvolvidas fora da sala de aula.

Contudo, se o PGD em questão for o primeiro aplicado a uma turma, entende-se que essas atividades devem ser totalmente realizadas em sala de aula, para que o professor possa acompanhar as tarefas realizadas pelos alunos e esses possam consultá-lo a partir da ocorrência de dúvidas relacionadas às questões do PGD.

Experiências anteriores permitem sugerir o uso de um mínimo de três horas-aula para a realização das primeiras atividades indicadas na Etapa 1.

Ao permitir a realização das atividades em sala de aula o professor pode coletar dados por meio do método de observação, para a realização de eventuais investigações sobre as atividades desenvolvidas pelos grupos de alunos. Ao término do tempo destinado às atividades dos grupos na sala de aula/laboratório, o professor deve estipular uma data para que os alunos, em seus grupos, possam entregar os pré-relatórios com as informações sobre os procedimentos por eles desenvolvidos.

	Atividade a ser realizada	Quem deve realizar	Onde realizar	Tempo necessário
Etapas 1	-Discussão, busca da resolução e respostas às questões e questionamentos do PGD	Alunos, separados em grupos contendo no máximo 04 membros	Pode ser desenvolvida em sala de aula ou não	Se for realizada em sala de aula, disponibilizar aproximadamente 03 horas-aula. Fora da sala de aula o tempo gasto será determinado pelos alunos
Etapas 2	-Elaboração e entrega dos pré-relatórios	Alunos, separados em grupos com no máximo 04 membros.	Pode ser desenvolvida em sala de aula ou não	Em sala de aula, disponibilizar no mínimo 02 horas aulas. Fora da sala de aula, o tempo gasto será determinado pelos alunos
Etapas 3	Leitura dos pré-relatórios e anotações	Professor	Fora da sala de aula	Aproximadamente 02 horas
Etapas 4	Apresentação dos dados contidos no pré-relatório	Um grupo de alunos sorteado ou indicado pelo professor	Em sala de aula	Entre 03 e 04 horas-aula
Etapas 5	Discussão a respeito dos diferentes procedimentos apresentados nos pré-relatórios	Alunos e professor	Em sala de aula	As etapas 04 e 05 ocorrem simultaneamente
Etapas 6	Elaboração e entrega do relatório final	Aluno, de forma individual	Pode ser desenvolvida em sala de aula ou não	Em sala de aula, disponibilizar no mínimo 02 horas aulas
Etapas 7	Leitura e análise do relatório final para avaliar a aprendizagem do aluno	Professor	Fora da sala de aula	Tempo mínimo de 04 horas

Quadro 1: Plano de execução de um PGD
Fonte: autoria própria.

Sugere-se que o professor solicite aos alunos que esses pré-relatórios sejam digitados e enviados por *e-mail*. Caso as atividades sejam todas desenvolvidas fora da sala de aula, sugere-se a inserção de uma questão junto ao corpo do PGD solicitando a elaboração dos relatórios com a especificação da forma com que se quer a sua construção, envio e datas de entrega.

A elaboração e entrega do pré-relatório pode ser feita pelos alunos em horário extra-sala de aula e sugere-se que o professor dê um prazo mínimo de dois dias para a sua entrega. De posse dos pré-relatórios é importante que o professor faça uma leitura prévia sobre as informações relatadas buscando verificar erros cometidos e procedimentos diferenciados: Etapa 3. Após a leitura dos pré-relatórios acontecem as Etapas 4 e 5, na qual ocorrem as discussões sobre os procedimentos realizados pelos grupos para a resolução das questões e respostas aos questionamentos do PGD. Para o início dessa atividade o professor pode sortear um grupo de alunos para fazer a apresentação do seu pré-relatório perante os demais alunos. Sugere-se,

todavia, que não ocorra o sorteio, mas, que o professor faça a indicação desse grupo e que essa indicação ocorra pelo grupo que apresentar menor quantidade e/ou qualidade de informações contidas no trabalho entregue. A melhoria na qualidade e na quantidade de informações relatadas pelos grupos, quando alterado o sistema de sorteio para a escolha foi sensivelmente percebida em trabalhos já realizados (MACHADO, 2009). Feita a escolha ou sorteio, o grupo inicia a apresentação dos procedimentos realizados e a cada atividade relatada ocorrem as intervenções dos demais grupos e/ou do professor. Nessas intervenções os alunos dos demais grupos comentam os raciocínios, conhecimentos, atividades experimentais, considerações, aspectos, etc., por eles abordados e não abordados pelo grupo expositor ou demais grupos. Nessa etapa o professor deve agir como um coordenador/mediador das atividades de discussão e realizará intervenções quando perceber equívocos cometidos por um grupo de alunos e não percebidos ou não corrigidos pelos demais. Deve intervir também quando observar um aspecto relevante ao processo e que passou despercebido pelos alunos, ou ainda, quando puder trazer novas informações às discussões ou complementar as informações, idéias ou raciocínios trocados com a inserção de simples comentários ou dados mais técnicos.

Entende-se como fundamental, para o bom andamento desse processo, que professor e alunos vejam esse processo não como uma competição entre grupos, mas como uma oportunidade de enriquecimento de conhecimentos por meio da troca de experiências. Dessa forma, julga-se que o sucesso dessa etapa está diretamente condicionado à forma de condução do professor e, à medida que o professor consiga criar um clima “menos estudantil e mais profissional”, a sua condução tende a ser facilitada. A democracia, nesse processo, deve ser plenamente aplicada pelo professor dando **oportunidade e condição** para que todos os alunos possam expressar o seu raciocínio, independente de estarem equivocados ou não. Como o professor poderá sanar as dúvidas de um aluno se não sabe que elas existem e quais são? Por isso é importante que na posição de mediador o professor esteja pronto, caso haja a necessidade, para incentivar a participação e provocar a ocorrência de discussões.

Na busca de fornecer subsídios aos alunos para que possam fomentar os argumentos e potencializar os efeitos das atividades realizadas em todas as etapas dos PGDs, propõe-se que sejam sugeridos aos alunos alguns textos. Sugere-se que esses textos (algumas indicações podem ser observadas no **item 11** desse trabalho) busquem fornecer esclarecimentos aos alunos sobre os propósitos dos cursos de Engenharia, conceitos de Ciência, Tecnologia e Sociedade, discussões sobre cidadania aplicada à formação profissional e esclarecimentos sobre a importância do profissional da Engenharia junto ao mercado de trabalho e suas implicações sociais e ambientais.

Para potencializar os efeitos da Metodologia PGD sobre o processo de formação do aluno, julga-se fundamental que o professor cobre/solicite ao aluno um posicionamento o mais próximo do profissional possível durante todo o processo de desenvolvimento das atividades propostas e, para a aplicação do PGD, é importante que o professor solicite a separação dos alunos em grupos, contendo 04 alunos. As experiências já realizadas com os PGDs (MACHADO, 2009; MACHADO e PINHEIRO, 2009) mostram que grupos contendo mais de quatro alunos tendem a gerar ociosidade em membro ou membros do grupo pela falta de funções a serem desempenhadas. E mostram que em grupos contendo três ou dois alunos tendem a ocorrer uma sensível perda na quantidade e qualidade das informações, raciocínios, trocadas durante o processo das discussões.

Durante as atividades de resolução do PGD realizadas nos grupos não deve ocorrer nenhuma forma de intervenção do professor. Sua atuação deve restringir-se, única e exclusivamente, a repassar aos alunos os materiais ou equipamentos de laboratório necessários ao desenvolvimento das atividades propostas ou solicitados pelos alunos ainda que venha a perceber a ocorrência de equívocos dos alunos durante a realização de qualquer uma das atividades propostas ao grupo. Dessa forma, a metodologia PGD solicita ao professor um posicionamento bastante aberto/democrático, permitindo ao aluno ou grupos de alunos deslocarem-se à biblioteca para consultar livros ou utilizar a *internet* na busca de informações que julguem pertinentes ao processo de resolução das questões.

Por fim, na última etapa da Metodologia PGD, cabe ao professor analisar os relatórios finais entregues pelos alunos, verificando se ficou alguma questão/questionamento pendente/mal entendido. Caso o professor perceba esse tipo de ocorrência, pode optar pelo retorno a essa(s) questão(ões) em sala de aula promovendo os esclarecimentos necessários.

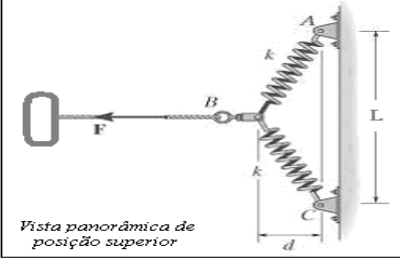
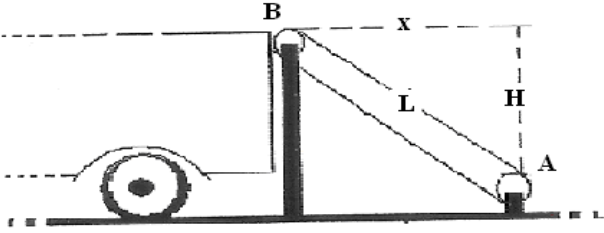
5 - ESTRUTURA DOS PGDs

Visando potencializar a compreensão do leitor sobre a estrutura dos PGDs, serão utilizados como exemplos três atividades já elaboradas e aplicadas de acordo com a metodologia proposta: PGD I: CUSTO DA MÃO-DE-OBRA NA PRODUÇÃO DO PÃO; PGD II: APARELHO PARA GINÁSTICA; PGD III: ESTEIRA TRANSPORTADORA. Esses PGDs foram aplicados na disciplina de Física Geral I, junto a uma turma de alunos recém-ingressos nos cursos de Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *câmpus* Ponta Grossa, no ano de 2008 e investigados em um trabalho de pesquisa em um programa de pós-graduação (MACHADO, 2009).

Esses três PGDs serão apresentados por partes e expostos em quadros. Essa divisão em partes será feita de acordo com as orientações aqui descritas sobre como elaborar um PGD: **problema gerador**, atividades referentes à **formação profissional** e atividades referentes à **formação para a cidadania**.

Nos exemplos mostrados no **QUADRO 2**, pode-se perceber que nos três casos o problema ou situação inicial apresenta um elo por meio do qual o professor pode criar relações para construir ou elaborar as demais atividades do PGD. A produção do pão envolve medidas de ingredientes e essas medidas podem ser realizadas em um laboratório e, conforme a necessidade pode solicitar ao aluno a realização de conversões entre diferentes sistemas.

PGD I	“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, produzidos em casa e na padaria, tenham o mesmo valor?”
	“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 40cm. A distância L indicada é de 80cm. Que intensidade de força F uma pessoa estará aplicando no instante em que ocorrer um deslocamento “d”, de 30cm no sistema?”

PGD II	 <p><i>Vista panorâmica de posição superior</i></p>
PGD III	<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> 

Quadro 2: Problema gerador
Fonte: autoria própria.

Para a produção do pão existem diversos procedimentos: a massa pode ser preparada de forma manual ou mecânica e pode ser assada em forno à lenha, a gás ou em uma máquina de fazer pão. Essas diferentes formas indicam diferentes técnicas e tecnologias disponíveis para a produção e a partir daí o professor pode elaborar os questionamentos que promoverão as discussões, de acordo com os objetivos por ele traçados.

O desenvolvimento de um novo aparelho para ginástica, baseado na deformação elástica de molas, permite ao professor elaborar atividades que levem o aluno a potencializar a teoria de conteúdos da Física Geral I por meio da resolução do problema: operações com vetores, relações trigonométricas e métricas em um triângulo retângulo, Lei de Hooke, etc. Nesse sentido, o professor pode solicitar ao aluno, no contexto do problema, verificar experimentalmente o esforço físico necessário para a deformação de uma mola e, por meio de questionamentos, promover reflexões sobre alguns conceitos relacionados à elasticidade dos materiais.

Um aparelho de ginástica é uma tecnologia entre tantas outras existentes. Essa ligação permite ao professor elaborar questionamentos com a função de gerar discussões a respeito das diferentes tecnologias existentes, buscando, dessa forma, fazer com que sejam discutidos impactos positivos e negativos a elas relacionados.

Uma esteira transportadora é basicamente um plano inclinado. Os planos inclinados, bem como as alavancas e roldanas são dispositivos mecânicos que têm a função de facilitar a realização do trabalho humano por meio da diminuição do esforço físico. Esses dispositivos são chamados de Máquinas Simples e o termo máquina pode ser observado como elo de ligação para que, a partir dele, o professor passe a construir as demais atividades do PGD, entre elas, as que promovam discussões a partir do uso de diferentes máquinas e seus efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente.

O problema gerador da esteira transportadora tem estreita relação com diversos conteúdos do ementário da Física Geral I: plano inclinado, forças de atrito, operações com vetores, relações métricas e trigonométricas em um triângulo retângulo, etc., o que permite ao professor, a partir dessa relação, elaborar questões que levem o aluno a realizar diversas atividades experimentais. O leitor deve ter observado que o problema gerador por si só já é uma atividade elaborada com a função de levar o aluno a aplicar conhecimentos científicos para a sua resolução.

Nos exemplos mostrados no **QUADRO 2** observa-se a existência desses questionamentos e, a partir deles, o aluno precisa aplicar conhecimentos científicos e raciocínios para: propor procedimentos para determinar custos em diferentes processos de produção do pão, realizar cálculos que lhe permitam quantificar o esforço físico durante uma atividade de ginástica e determinar algebricamente uma equação que represente uma situação prática relacionada ao deslocamento de sacos de milho por meio de uma esteira mecânica.

<p>PGD I</p>	<p>-Dada a receita, determine o custo, em reais e as correspondentes medidas, no Sistema Internacional, das porções de sal e leite indicadas:</p> <p>* Receita: Pão-de-leite: 3xícaras de trigo; 1 colher de sopa de açúcar; 1/2colher de sopa de sal; 1 colher de sopa de fermento granulado; 2 colheres de sopa de margarina; 2 xícaras de leite e 2 ovos.</p> <p>* Preparo: junte 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.</p>
--------------------------------	---

<p>PGD</p> <p>II</p>	<p>-Determine experimentalmente a constante elástica de uma mola: explique o procedimento desenvolvido; o que indica a constante elástica de uma mola? Duas molas têm constantes elásticas tais que $k_1 > k_2$, o quê isso indica? A constante elástica tem valores tabelados como coeficiente de dilatação térmico, calor específico ou resistividade elétrica? Justifique.</p> <p>-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>PGD</p> <p>III</p>	<p>-Qual a vantagem de 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?</p>

Quadro 3: Atividades referentes à formação profissional

Fonte: autoria própria.

Outras atividades, expostas no **QUADRO 3**, também podem contribuir para a promoção de uma maior aproximação e relacionamento entre teoria, cálculo e atividades em laboratório, dando assim contribuições para a formação científica, técnica e tecnológica do aluno de Engenharia:

-Após a determinação experimental da constante elástica de uma mola são levantados questionamentos no PGD II que levam o aluno a melhor entender o significado do resultado obtido e da grandeza ao qual esse resultado está relacionado.

-Quando se solicita a comparação entre dois diferentes e possíveis procedimentos técnicos ou decorrentes do uso de diferentes tecnologias, faz-se com que o aluno exercite o seu raciocínio promovendo a aplicação de conhecimentos científicos já adquiridos na busca de uma resposta satisfatória para o questionamento proposto.

-Contribui-se para o desenvolvimento de habilidades técnicas do aluno ao promover o desenvolvimento de atividades experimentais na realização de medição da massa de sal contida em meia colher de sopa, do volume de leite contido em uma xícara, da intensidade de força aplicada sobre uma mola e determinação de deformação sofrida por essa mola.

<p>PGD</p> <p>I</p>	<p>-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;</p> <p>-Fazer pão é uma técnica ou uma tecnologia?</p>
	<p>-Na busca de melhores performances esportivas ou de desenvolvimento muscular mais rápido, há pessoas que se utilizam de tecnologias alternativas. Discuta com os colegas do seu grupo essa questão, buscando, em diferentes tecnologias os seus benefícios e malefícios, sob diversos</p>

PGD II	aspectos: social, ético, político, moral, ambiental, etc. Observe que para uma determinada tecnologia há sempre quem planeja (cria), há quem produz, há quem comercializa e há quem consome.
PGD III	-Há trabalhos que o homem não conseguiria desenvolver sem o uso de uma máquina simples? Explique. Há situações em que você não confiaria determinada tarefa a uma máquina? Quais? Justifique. 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.

Quadro 4: Atividades referentes á formação para a cidadania

Fonte: autoria própria.

Os exemplos expostos no quadro acima permitem perceber como é possível ao professor inserir questões sociais e ambientais junto às atividades de ensino de ciência sem fugir do contexto de ensino da Física em Engenharia.

Porém, mais do que fazer esses relacionamentos, vislumbra-se que o aluno, futuro engenheiro, habitue-se a avaliar, refletir e criticar procedimentos tecnológicos, relacionados à produção ou ao uso de artefatos tecnológicos. Dessa forma, busca-se promover junto ao acadêmico o exercício de atividades voltadas à sua formação no aspecto humanista, pois esse tipo de atitude é a que irá se esperar dele enquanto profissional da Engenharia e cidadão atuante no setor produtivo.

Ainda no que se refere ao desenvolvimento de habilidades técnicas é preciso recordar que as DCNs estabelecem como um dos objetivos da formação acadêmica a promoção do desenvolvimento das habilidades dos alunos em se expressar nas formas oral e escrita. Nesse sentido, a contribuição da metodologia PGD ocorre em duas etapas: na elaboração e envio dos relatórios e no processo das discussões, quando, obrigatoriamente o aluno simultaneamente exercita a sua oralidade e sua capacidade de utilização dos conhecimentos científicos como fundamento para suas argumentações.

6- PGD I: CUSTO DA MÃO-DE-OBRA NA PRODUÇÃO DO PÃO

Com o objetivo de fornecer mais informações ao(s) leitor(es) sobre o funcionamento da Metodologia PGD, apresentar-se-á, na seqüência desse trabalho, uma síntese das atividades desenvolvidas pelo professor e alunos na aplicação do PGD Custo da mão-de-obra na produção do pão (**QUADTRO 5**).

Esse PGD foi o primeiro dos três aplicados junto à pesquisa realizada no mestrado (MACHADO, 2009).

PGD I	Atividades Experimentais: Medidas de massa e volume
Material necessário	<ul style="list-style-type: none"> -balança; -recipientes graduados em diferentes escalas ou recipientes cilíndricos sem graduações acompanhados de instrumentos para realizar medidas lineares como réguas e paquímetros; -utensílios domésticos: colheres de sopa e xícaras
Procedimentos	Na realização das atividades experimentais propostas pelos PGDs não deve ser indicado qualquer forma de procedimento. O professor deve limitar-se a repassar aos alunos, em seus grupos, os materiais por eles solicitados.
Discussões	<p>Após o desenvolvimento das atividades experimentais, durante o processo das discussões no grande grupo, caso julgue necessário, o professor discutirá com os alunos os procedimentos realizados a partir dos seguintes parâmetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> -durante as atividades experimentais não devem ocorrer arredondamentos nos cálculos e nos valores das constantes utilizadas; -para a determinação da massa de sal contida em uma colher de sopa os alunos lembraram-se de determinar a massa da colher anteriormente para depois subtraí-la da massa total (colher + sal) a fim de obter como resultado apenas a massa de sal? -os alunos conhecem e usaram a função “tare” da balança que lhes foi disponibilizada para a determinação da massa de sal? -foi realizada mais de uma medida para a confirmação do valor obtido? -durante a determinação do volume de leite contido em uma xícara houve a preocupação de evitar perdas do fluido ao ser transferido da xícara para o recipiente graduado? -antes de derramar o “leite” sobre o recipiente graduado houve a preocupação em verificar se este estava seco? -houve a preocupação do grupo em realizar a leitura do volume no recipiente graduado por mais de um aluno e por mais de uma vez a fim de confirmar o resultado obtido? -ao utilizar a régua ou paquímetro para determinar as dimensões do recipiente não graduado os alunos tomaram cuidado em determinar as medidas internas do recipiente?

Quadro 5 – Planejamento das atividades experimentais, PGD I

Fonte: Autoria própria.

As atividades desse PGD ocorreram nos dias 11 e 12 de agosto de 2008 e, com exceção da elaboração do relatório final, foram totalmente desenvolvidas em sala de aula. Para a sua aplicação e desenvolvimento de todas as atividades foi necessário o uso de 7 horas-aula.

De acordo com o ementário da disciplina, o PGD em questão, contempla conteúdos sobre sistemas de unidades de medidas e atividades experimentais com aplicações da teoria dos erros na realização de medidas. A opção pelo tema “produção do pão” deu-se pelo fato de que ao produzir o pão faz-se necessário o desenvolvimento de procedimentos técnicos e a aplicação de tecnologias.

Vislumbrou-se com a aplicação deste PGD que os alunos realizassem procedimentos em laboratório (realização de medidas de massa e de volume) e exercitassem a sua capacidade de avaliar diferentes tecnologias (processos, procedimentos ou produtos) relacionadas à fabricação do pão.

A- PREPARO DO AMBIENTE

O **PGD Custo da mão-de-obra para a produção do pão** solicita, entre suas questões, a realização de atividades experimentais. Por isso, houve uma preparação, por parte do professor da sala, de laboratório a fim de deixar à disposição dos alunos um conjunto de equipamentos e instrumentos de medidas necessários para a realização das atividades propostas. Entre esses dispositivos, foram utilizados cinco tipos de recipientes graduados com dimensões, graduações e escalas distintas, um recipiente cilíndrico sem qualquer tipo de graduação, régua e paquímetro e uma balança eletrônica digital, com precisão na casa do decígrama. Os utensílios colheres de sopa e xícaras foram trazidos pelos alunos mediante solicitação prévia do professor. Foi deixado à disposição dos alunos um pacote de sal e, para não ocorrer o desperdício de leite, ocorreu a sua substituição por água, coletada junto a uma torneira com pia instalada no laboratório.

B- DISTRIBUIÇÃO DOS ALUNOS NOS GRUPOS

Estavam presentes 42 alunos na sala de aula no dia da aplicação das atividades referentes a esse PGD, porém, um grupo contendo 03 alunos não entregou nenhum dos relatórios solicitados, por isso, considera-se que o número de alunos que participaram efetivamente desse PGD foi de 39 alunos, assim distribuídos:

GRUPOS	ALUNOS
--------	--------

A	02, 04, 06 e 15
B	07, 34, 35 e 36
C	01, 16 e 19
D	10, 11, 22 e 33
E	08, 24, 28 e 37
F	09, 18, 38 e 39
G	03, 25, 29 e 40
H	12, 13, 21 e 32
I	17, 27, 30 e 31
J	14, 20, 41 e 42

Quadro 6: Distribuição dos alunos nos grupos, PGD I
Fonte: Autoria própria.

C- ENTREGA AOS GRUPOS DE UMA LISTA COM ORIENTAÇÕES E DO TEXTO CONTENDO OS PGDs

Foi entregue, para cada grupo de alunos, uma lista contendo orientações (**QUADRO 7**) sobre as atividades que por eles seriam desenvolvidas. O professor deu um tempo para que os alunos fizessem a leitura dessas orientações e após esse tempo, promoveu algumas explicações. Nas atividades de pesquisa do mestrado a elaboração do pré-relatório pelos alunos em seus grupos ocorreu em sala de aula, por isso, durante essa explicação dos procedimentos o professor indicou a data de entrega do relatório final e individual. Após essas explicações o professor repassou a um aluno de cada grupo o texto contendo o PGD.

Orientações Gerais

1- As atividades serão realizadas em grupos contendo no máximo quatro alunos, sendo divididas entre: planejamento, desenvolvimento das atividades relacionadas à resolução do PGD, elaboração em grupo e entrega ao professor de um pré-relatório contendo informações sobre todas as atividades desenvolvidas, apresentação do pré-relatório por uma equipe sorteada e realização das discussões propostas pela atividade e para confrontar procedimentos e a entrega, em data a ser marcada, de um relatório final, individual. No relatório final, o aluno indicará de que forma as discussões realizadas contribuíram para corrigir os erros cometidos e confirmar os acertos ocorridos durante todas as atividades realizadas pelo grupo.

2- O professor não intervirá nas atividades desenvolvidas pelos alunos durante a fase dos grupos. As intervenções ocorrerão apenas a partir do processo de discussões sobre os pré-relatórios. Nesse processo, serão expostas as idéias, sem citar os autores, contidas nos relatórios. Nas discussões, todos deverão participar, para que se possa chegar a um entendimento sobre o melhor caminho para a resolução do problema e sobre as conclusões mais significativas;

3- O principal objetivo do professor ao propor a resolução do problema é promover, junto aos alunos, a aplicação dos conhecimentos científicos trabalhados na disciplina em situações voltadas para o contexto da Engenharia, o desenvolvimento de pesquisas, o confronto de idéias e a associação entre Ciência e Tecnologia com questões Sociais e Ambientais;

4- A escolha do tema a ser pesquisado na atividade é dada em função do ementário da disciplina de Física Geral I e, para a sua resolução, serão necessários o uso de raciocínio lógico e conhecimentos científicos já ou ainda não apropriados;

5- Os alunos poderão dirigir-se à biblioteca para realizar pesquisa caso julguem necessário o uso de um raciocínio ou conhecimento que considerem faltar domínio.

6- Os alunos devem reunir-se dentro do seu grupo para elaborar um pré-relatório contendo informações sobre os procedimentos realizados pelo grupo para chegar às respostas das questões e dos questionamentos do PGD. A entrega/envio desse relatório, único para todos os alunos do grupo, deverá ocorrer por e-mail até o dia XX/XX.

7- As discussões sobre os procedimentos relatados pelos grupos ocorrerão no dia XX/XX. As discussões serão realizadas a partir da apresentação, por parte de um dos grupos, dos procedimentos relatados em seu pré-relatório. A escolha do professor recairá sobre o grupo que apresentar menor quantidade e/ou qualidade de informações em seu pré-relatório. Ao término das discussões, cada aluno deverá elaborar individualmente o seu relatório final, contendo informações sobre os efeitos do processo das discussões sobre a sua forma de raciocinar e desenvolver as atividades propostas pelo PGD. A entrega do relatório final deverá ocorrer até o dia XX/XX.

Quadro 7 – Orientações aos alunos sobre as atividades PGDs

Fonte: Autoria própria.

D- REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES NOS GRUPOS

Em seu texto, o PGD iniciou-se com o seguinte questionamento:

“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.”

Solicitou-se, dessa forma, aos alunos a **indicação** de procedimentos e não a **realização** de procedimentos para determinar o valor atribuído à mão-de-obra na produção do pão caseiro. Para resolver essa questão os alunos precisariam entender que entre os fatores que mais pesam no custo da produção do pão feito em casa encontram-se os ingredientes utilizados (listados junto ao texto do PGD), o consumo de energia (gás, eletricidade, combustão de madeira, etc.) e o uso da mão-de-obra. Contudo, poderiam ser

considerados também os produtos de limpeza e a água consumida para lavar os recipientes utilizados na fabricação. Para elaborar os procedimentos propostos pela questão os alunos realizaram discussões em seus grupos a fim de trocar idéias e determinar uma forma de determinar os custos com os ingredientes e com o consumo de energia.

O segundo questionamento do PGD I foi assim apresentado:

“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; 1/2 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”.**

A questão solicitou aos grupos que determinassem o custo das porções de sal e leite indicadas na receita e determinassem quais são os valores dessas porções medidas no SI (Sistema Internacional de Medidas).

Para obter esses valores os alunos precisaram desenvolver procedimentos experimentais coletando a porção de sal com a colher de sopa e utilizando a balança eletrônica disponibilizada. Coletaram água (fazendo às vezes de igual porção de leite) com a xícara e utilizando os recipientes graduados determinaram o volume correspondente. A graduação da balança permitiu a determinação da massa de sal em gramas. Os diferentes recipientes permitiram a determinação do volume de “leite” em litros, centímetros cúbicos e em milímetros cúbicos.

Para determinar o custo dessas porções os alunos precisaram obter o valor atribuído a 1 quilograma de sal e um litro de leite no mercado. Para isso, alguns grupos dirigiram-se à cantina da instituição, outros pesquisaram na internet, outros já tinham a informação necessária junto aos seus próprios membros.

Para calcular o preço das porções indicadas houve a necessidade de realizar algumas conversões de unidades de medida (do grama para

quilograma e de centímetros ou milímetros cúbicos para o litro) e aplicar os valores encontrados em uma regra de três. Também foram necessárias conversões de unidades de medida para determinar o volume de leite correspondente à porção indicada na lista de ingredientes para obter o seu valor em metros cúbicos, medida do volume no SI. Como o sal é vendido em quilogramas, não houve a necessidade de realizar conversões, pois quilograma é a medida de massa padrão do SI.

Na sequência o PGD apresentou dois questionamentos aos grupos:

“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.”

“Fazer pão é uma técnica ou uma tecnologia?”

Para responder a esses questionamentos os alunos precisaram realizar novas discussões e novos confrontos de idéias. A fim de obter mais informações alguns alunos dirigiram-se à biblioteca para realizar pesquisas em livros, revistas e/ou na internet.

E- ELABORAÇÃO E ENTREGA DO PRÉ-RELATÓRIO

Para a elaboração do pré-relatório, construído em grupo, os alunos precisaram se apoiar em suas anotações. Para a construção desse pré-relatório os alunos foram orientados de que deveriam relatar todos os procedimentos propostos e os realizados para solucionar as questões apresentadas pelo PGD. Um dos grupos não realizou anotações, por isso os alunos decidiram por não apresentar o pré-relatório. Os pré-relatórios foram entregues digitados por meio de um endereço eletrônico fornecido pelo professor.

F- DISCUSSÕES NO GRANDE GRUPO

Para a realização do processo das discussões um dos grupos manifestou-se voluntário para apresentar seu pré-relatório. Porém, ao verificar que a atividade desenvolvida pelos alunos desse grupo fugiu completamente da atividade proposta e por julgar que esse fato impediria a comparação entre procedimentos desenvolvidos em todas as atividades do PGD, decidiu-se por sortear outra equipe para fazer a apresentação. Nessa apresentação, o grupo de alunos sorteado relatou as atividades realizadas para a solução das questões/questionamentos do PGD. Após a apresentação de cada uma das atividades desenvolvidas ocorriam as intervenções dos demais grupos apresentando novos argumentos, questionamentos e explicações. As intervenções do professor iam ocorrendo à medida que percebia a oportunidade de enriquecer as discussões com aspectos ainda não abordados, com novos argumentos, outras informações e correções a alguns equívocos cometidos.

G- ELABORAÇÃO E ENVIO DO RELATÓRIO FINAL E INDIVIDUAL

Ao término do processo das discussões no grande grupo, em atividade realizada fora da sala de aula, cada um dos alunos elaborou, de acordo com as orientações anteriormente recebidas, o seu relatório final e o entregou, via *e-mail*, até a data estabelecida como prazo.

7- PGD II: APARELHO PARA GINÁSTICA

Com o objetivo de fornecer mais informações ao(s) leitor(es) sobre o funcionamento da Metodologia PGD, apresentar-se-á, na sequência desse trabalho, uma síntese das atividades desenvolvidas pelo professor e alunos na aplicação do **PGD Aparelho para Ginástica**. Tal PGD foi o segundo entre três aplicados junto à pesquisa desenvolvida no trabalho de mestrado (MACHADO, 2009). Suas atividades, desenvolvidas pelos alunos separados nos grupos,

ocorreram nos dias 25 de agosto e foram encerradas, com a realização das discussões no grande grupo, no dia 01 de setembro de 2008. Nesse PGD as elaborações dos dois relatórios (pré e final) ocorreram em atividades desenvolvidas fora da sala de aula. Em sala de aula foram utilizadas 06 horas-aula, divididas igualmente nos dois dias de aplicação.

De acordo com o ementário da disciplina, o PGD em questão, contempla conteúdos sobre operações com vetores, aplicações das Leis de Newton e estudos relacionados à deformação elástica. Também abrangeu raciocínios matemáticos relacionados às relações métricas e trigonométricas em triângulo retângulo. A opção pelo tema “aparelho de ginástica” deu-se pelo fato de que permite ao professor elaborar questionamentos e questões em um PGD a fim de promover o desenvolvimento de atividade experimental, de resolução de um problema, de avaliação de diferentes procedimentos e produtos tecnológicos a partir de um problema real e relacionado aos conteúdos da disciplina de Física Geral I e do contexto da Engenharia.

Comparando as atividades experimentais propostas no PGD relacionado à produção do pão e esse, percebe-se que no primeiro caso essas atividades não foram efetivamente solicitadas, mas sem a sua realização seria impossível os alunos resolverem a questão à qual estavam associadas. Nesse PGD, relacionado a um aparelho destinado à realização de exercícios, construído com funcionamento baseado na deformação de molas, as atividades experimentais são claramente solicitadas, contudo, em função de não existirem procedimentos indicados para a sua realização, passam a exigir maiores reflexões dos alunos. Sem a apresentação de procedimentos os alunos precisam escolher o melhor caminho para a sua realização.

PGD II	Atividades Experimentais: determinação de constante elástica
Material necessário	<ul style="list-style-type: none"> -molas de diversas matérias e dimensões; -hastes metálicas para sustentação das molas; - instrumentos para realizar medidas lineares: réguas, paquímetros etc.; -corpos de prova; -balança; -dinamômetros; -cronômetros.

Procedimentos	Na realização das atividades experimentais propostas pelos PGDs não deve ser indicado qualquer forma de procedimento. O professor deve limitar-se a repassar aos alunos, em seus grupos, os materiais por eles solicitados.
Discussões	<p>Após o desenvolvimento das atividades experimentais, durante o processo das discussões no grande grupo, caso julgue necessário, o professor discutirá com os alunos os procedimentos realizados a partir dos seguintes parâmetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> -durante as atividades experimentais não devem ocorrer arredondamentos nos cálculos e nos valores das constantes utilizadas; -de que outras formas, além da aplicada pelo seu grupo, poderia se proceder para determinar a constante elástica de uma mola? -foi realizada mais de uma medida para a confirmação do valor obtido? -ao utilizar o dinamômetro ocorreu a preocupação em verificar a sua aferição? -ao determinar o peso do corpo de prova utilizando-se da primeira Lei de Newton, houve a preocupação em realizar mais de uma medida da massa desse corpo de prova a fim de confirmar a sua medida? Houve a preocupação em trabalhar com os valores da massa e aceleração da gravidade no mesmo sistema de unidades de medida? -houve a preocupação do grupo em realizar as leituras no dinamômetro do peso do corpo de prova e com a régua ou paquímetro para determinar a deformação da mola por mais de um aluno e por mais de uma vez a fim de confirmar o resultado obtido?

Quadro 8 – Planejamento das atividades experimentais, PGD II

Fonte: Autoria própria.

A- PREPARO DO AMBIENTE

O **PGD Aparelho para Ginástica** solicita, entre suas questões, a realização de atividades experimentais a fim de determinar a constante elástica de uma mola. Por isso, houve uma preparação, por parte do professor da sala, de laboratório a fim de deixar à disposição dos alunos um conjunto de equipamentos e instrumentos de medidas necessários para a realização das atividades propostas. Entre esses dispositivos, foram disponibilizados instrumentos de medida de massa, de força, de comprimento, e de tempo, além de alguns corpos de prova, diferentes tipos de molas e hastes para sustentação das molas, como se pode observar no **QUADRO 8**.

B- DISTRIBUIÇÃO DOS ALUNOS NOS GRUPOS

Estiveram presentes em sala de aula nos dias em que foram realizadas as atividades do PGD II e realizaram essas atividades um total de 43 alunos que foram assim distribuídos nos grupos:

GRUPOS	ALUNOS
A	03, 25, 26 e 40
B	01, 27, 38 e 43
C	12, 13, 21 e 32
D	05, 08, 28 e 39
E	16, 17, 30 e 31
F	09, 18 e 29
G	02, 04, 06 e 15
H	14, 20, 41 e 42
I	07, 34, 35 e 36
J	19, 24, 37 e 44
K	10, 11, 22 e 33

Quadro 9: Distribuição dos alunos nos grupos, PGD II
 Fonte: Autoria própria.

C- ENTREGA AOS GRUPOS DE UMA LISTA COM ORIENTAÇÕES E DO TEXTO CONTENDO OS PGDs

Foi entregue, para cada grupo de alunos, a mesma lista já entregue e explicada na primeira aplicação PGD, contendo orientações sobre as atividades a serem desenvolvidas (**QUADRO 6**). Como os alunos já tinham conhecimento sobre os procedimentos a serem realizados, o professor apenas limitou-se a fazer a leitura dos seus itens e responder aos questionamentos, explicando as dúvidas ainda existentes. Ao término dessa explicação foram definidas as datas de realização das discussões no grande grupo e de entrega dos pré-relatórios. Na sequência, o professor limitou-se a repassar a um aluno de cada grupo o texto contendo o PGD.

D- REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES NOS GRUPOS

Em seu texto, o PGD II iniciou-se com as seguintes questões

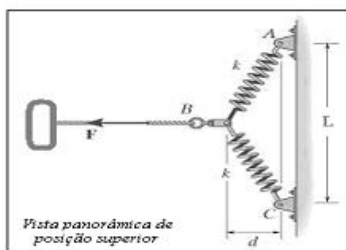
- 1.1-Determine experimentalmente a constante elástica de uma mola.**
- 1.2- explique o procedimento desenvolvido;**
- 1.3- o que indica a constante elástica de uma mola?**
- 1.4- duas molas têm constantes elásticas tais que $k_1 > k_2$, o quê isso indica?**
- 1.5- a constante elástica tem valores tabelados como coeficiente de dilatação térmico, calor específico ou resistividade elétrica? Justifique.**

Solicitou-se, inicialmente que os alunos determinassem a constante elástica de uma mola que se encontrava sobre a sua bancada, mas sem definir qual seria o método aplicado: deformação da mola e aplicações da Lei de Hooke, determinação do período de uma oscilação e aplicação em sua equação ou outros. Após essa primeira atividade o PGD apresentou uma série de questionamentos relacionados à constante elástica de uma mola. Para responder a esses questionamentos alguns alunos recorreram à realização de pesquisas dentro e fora da sala de aula, utilizando-se de diversas fontes de informação, entre elas livros, sites de busca na internet, etc. De posse dessas informações os alunos em seus grupos realizaram discussões com o confronto de idéias e raciocínios a fim de responder aos questionamentos propostos.

O segundo questionamento do PGD I foi assim apresentado:

Atividade 2: partindo dos conhecimentos desenvolvidos na primeira atividade, resolva / responda as questões do seguinte problema:

“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 40cm. A distância L indicada é de 80cm. Que intensidade de força F uma pessoa estará aplicando no instante em que ocorrer um deslocamento “d”, de 30cm no sistema?”



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?

A questão solicitou aos grupos que determinassem a intensidade da força aplicada por uma pessoa, necessária para realizar um exercício físico

utilizando-se de um aparelho de ginástica e solicitou ainda que fizessem comparação, a partir do esforço calculado, com o esforço aplicado em outro modelo de aparelho. Para a realização dessas atividades os alunos precisaram primeiramente interpretar o enunciado do problema e o esquema representado na figura. A partir dessa interpretação puderam verificar as forças atuantes no sistema e as suas formas (intensidade, direção e sentido) de atuação, bem como as leis físicas que regem o fenômeno apresentado. Porém, para a realização da tarefa proposta ainda precisaram interpretar o esquema em que as forças aplicadas se apresentam a fim de permitir a aplicação de conhecimentos matemáticos sem os quais não seria possível chegar ao resultado solicitado.

Na sequência o PGD apresentou seu último questionamento aos grupos:

2.2-Na busca de melhores performances esportivas ou de desenvolvimento muscular mais rápido, há pessoas que se utilizam de 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), há quem produz, há quem comercializa e há quem consome.

Para responder a esses questionamentos os alunos precisaram realizar novas discussões e novos confrontos de idéias. A proposta apresentada nesse questionamento foi bastante abrangente, pois solicitou a realização de comparações entre diferentes tecnologias voltadas para o mesmo fim do aparelho apresentado no questionamento anterior, porém sem indicar quais seriam essas tecnologias. Dessa forma, os alunos precisaram realizar novas pesquisas a fim de obter mais informações para poderem realizar as comparações solicitadas pelo questionamento.

E- ELABORAÇÃO E ENTREGA DO PRÉ-RELATÓRIO

Para a elaboração do pré-relatório, construído em grupo, assim como no PGD anterior, os alunos também precisaram se apoiar nas anotações

realizadas durante a realização de suas atividades. Esses pré-relatórios forma digitados e entregues via-*e-mail*.

F- DISCUSSÕES NO GRANDE GRUPO

Para a realização do processo das discussões ocorreu a apresentação do pré-relatório elaborado e enviado por um grupo de alunos. A determinação desse grupo deu-se por indicação do professor ao perceber, após a leitura dos textos recebidos, que o trabalho enviado por esse grupo foi o que apresentou menor quantidade e qualidade de informações sobre as ações por eles desenvolvidas. Nessa apresentação, os alunos relataram as atividades realizadas para a solução das questões/questionamentos do PGD em questão. Após a apresentação de cada uma das atividades desenvolvidas ocorriam as intervenções dos demais grupos apresentando novos argumentos, questionamentos e explicações. As intervenções do professor somente ocorreram nos momentos em que julgou-se necessárias, para enriquecer as discussões com novos questionamentos e argumentos ou esclarecer as dúvidas surgidas.

G- ELABORAÇÃO E ENVIO DO RELATÓRIO FINAL E INDIVIDUAL

Assim como no PGD I, ao término do processo das discussões no grande grupo, em atividade realizada fora da sala de aula, cada um dos alunos elaborou, de acordo com as orientações anteriormente recebidas, o seu relatório final contendo informações relacionadas ao PGD II e o entregou digitado, via *e-mail*, até a data estabelecida como prazo.

8- PGD III: ESTEIRA TRANSPORTADORA

Com o objetivo de fornecer mais informações ao(s) leitor(es) sobre o funcionamento da Metodologia PGD, apresentar-se-á, na seqüência desse trabalho, uma síntese das atividades desenvolvidas pelo professor e alunos na aplicação do **PGD Esteira Transportadora**. Tal PGD foi o último dos três

aplicados junto à pesquisa de mestrado (MACHADO, 2009) e 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 03 horas-aula no dia 20 de outubro.

O tema escolhido para a elaboração das questões e questionamentos desse PGD relacionou-se a um 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 têm a função de transportar cargas de um local para outro. Dessa forma, para promover a elevação dos sacos de milho a esteira do projeto precisa apresentar-se posicionada como um plano inclinado. Dessa forma, vislumbrou-se com a aplicação deste PGD que os alunos exercitassem a sua capacidade de aplicar os conhecimentos já adquiridos na disciplina de Física Geral I junto a atividades relacionadas à resolução de um problema. E entre esses conhecimentos encontram-se as operações com vetores, aplicações das leis de Newton em um plano inclinado e aplicações de conhecimentos relacionados aos estudos sobre as leis de atrito, entre outros. A partir do momento em que na Física os planos inclinados, bem como as roldanas e as alavancas, são chamados de máquinas simples, o tema gerador permitiu ao professor também elaborar questionamentos a fim de promover a avaliação de procedimentos, processos e produtos tecnológicos relacionados às máquinas, à sociedade e ao meio ambiente.

Diferentemente dos procedimentos anteriormente desenvolvidos, optou-se nesse PGD por realizar as atividades de ensino em laboratório antes da sua aplicação. Optou-se por agir dessa forma em função do entendimento de que as atividades experimentais relacionadas ao tema do PGD precisavam ser realizadas nas aulas de laboratório habituais, com a presença de metade do número de alunos durante cada atividade. Por isso, não será apresentado, nessa seção, assim como foi nas anteriores, um quadro indicando materiais, procedimentos e discussões relacionadas aos procedimentos experimentais.

Cabe ao professor que decidir por realizar as atividades desse PGD junto aos seus alunos, determinar a melhor forma para trabalhar nos laboratórios

com atividades que levem os alunos a determinar experimentalmente os coeficientes de atrito (estático e cinético) entre um objeto e a superfície de um plano, estando esse plano inicialmente na posição horizontal e posteriormente na posição inclinada.

A- PREPARO DO AMBIENTE

Como não ocorreram atividades experimentais junto às atividades desse PGD, não houve a necessidade do professor preocupar-se com a preparação de qualquer tipo de material destinado ao uso em laboratório.

B- DISTRIBUIÇÃO DOS ALUNOS NOS GRUPOS

Estavam presentes 41 alunos na sala de aula no dia da aplicação das atividades referentes a esse PGD, e foram separados em grupos obedecendo a distribuição indicada no quadro 11:

GRUPOS	ALUNOS
A	05, 08, 28 e 39
B	17, 30 e 31
C	02, 04, 06 e 15
D	12, 23, 25 e 26
E	10, 11, 22 e 33
F	14, 20, 41 e 42
G	01, 38 e 43
H	09, 13, 21 e 32
I	03, 20, 29 e 40
J	16, 19, 33 e 37
K	07, 35 e 36

Quadro 11: Distribuição dos alunos nos grupos, PGD III

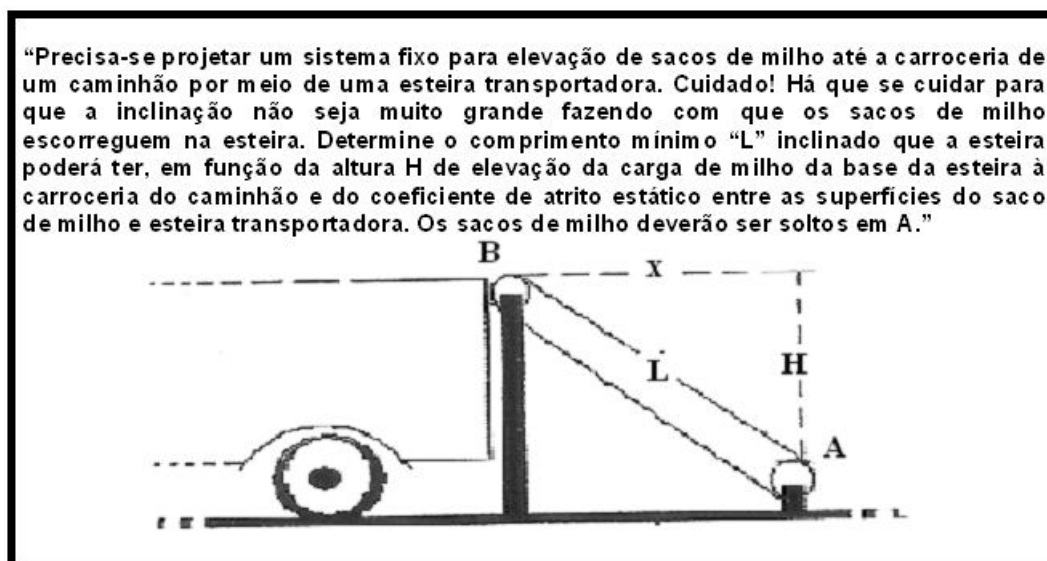
Fonte: Autoria própria.

C- ENTREGA AOS GRUPOS DE UMA LISTA COM ORIENTAÇÕES E DO TEXTO CONTENDO OS PGDs

Para essa terceira aplicação de atividades com PGDs, optou-se por não entregar aos grupos a lista de orientações já apresentada nas duas aplicações anteriores. Dessa forma, o professor limitou-se a realizar uma rápida leitura dessas orientações (**QUADRO 6**) e determinar as datas de entrega do pré-relatório produzido pelos grupos e da realização das discussões no grande grupo a partir da apresentação de um grupo indicado pelo professor. Em seguida ocorreu o repasse a um aluno de cada grupo do texto contendo as atividades referentes ao PGD Esteira Transportadora.

D- REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES NOS GRUPOS

Em seu texto, o PGD III iniciou-se com a seguinte questão:



Assim como no PGD anterior, entende-se que as atividades de resolução desse problema precisam partir da interpretação dos alunos ao enunciado da questão. Faz-se necessária também o reconhecimento e

indicação das forças atuantes sobre o sistema esquematizado pela figura que representa a esteira transportadora. Essa interpretação do enunciado só terá efeito satisfatório à medida que leve os alunos a perceberem, a partir da determinação do ângulo máximo de inclinação da esteira para que os sacos de milho não escorreguem, uma relação de igualdade entre as forças peso e de atrito estático na direção do plano em que essa esteira se encontra.

Dessa forma os alunos poderão encontrar uma equação que lhes permitira determinar o coeficiente de atrito estático entre duas superfícies, sendo uma delas um plano inclinado a partir da função tangente do ângulo de inclinação desse plano. Essa equação será válida sempre que o corpo que estiver sobre o plano inclinado estiver na eminência de entrar em movimento. A partir dessa segunda equação, os alunos apenas utilizaram relações métricas e trigonométricas para chegar à equação final solicitada pela primeira questão desse PGD.

A segunda parte do PGD III foi assim apresentada:

2-Observando que a esteira da questão é um plano inclinado e o plano inclinado, assim como as roldanas e alavancas são chamadas na Mecânica de Máquinas Simples, responda os seguintes questionamentos:
2.1-Qual a vantagem de 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.

Os questionamentos solicitaram aos grupos que fizessem comparações entre dois diferentes procedimentos para a realização de uma mesma tarefa, elevar sacos de milho e avaliassem as vantagens e desvantagens comparando esses dois procedimentos. Para realizar essas comparações os alunos precisam buscar respaldo em conhecimentos científicos. A simples comparação entre dois procedimentos sem o acompanhamento de uma justificativa por meio de argumentos racionais tende a ser desprezada e descartada em processos de discussões.

Outro questionamento solicitou, a partir do relacionamento entre plano inclinado e máquinas simples, que os alunos discutissem em seus grupos sobre um questionamento aparente simples, mas bastante amplo. Se existem

trabalhos que o homem só consegue realizar com o auxílio das máquinas pode-se concluir que elas efetivamente desempenham um importantíssimo papel junto ao desenvolvimento da espécie humana. Por outro lado, se existem trabalhos nos quais o uso das máquinas não é capaz de substituir o homem pode-se concluir que as máquinas ainda precisam ser aperfeiçoadas ou que elas são obsoletas.

Os últimos questionamentos relacionados ao PGD III foram:

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, econômico, etc.

Para buscar respostas a esses questionamentos os alunos precisaram desenvolver novas reflexões e a partir dessas reflexões ocorreram novos confrontos e trocas de idéias por meio de discussões realizadas nos grupos. Assim como nos PGDs anteriores, alguns alunos dirigiram-se à biblioteca para realizar pesquisas em livros, revistas e/ou na internet a fim de obter maiores esclarecimentos sobre as questões levantadas. Por meio desses questionamentos buscou-se, também nesse PGD, promover o desenvolvimento do hábito junto aos alunos de avaliar processos, procedimentos e produtos tecnológicos levando em consideração aspectos relacionados à sua futura área de atuação profissional sem deixar de lado suas responsabilidades enquanto cidadão.

E- ELABORAÇÃO E ENTREGA DO PRÉ-RELATÓRIO

Para a elaboração do pré-relatório, construído em grupo, os alunos precisaram buscar apoio em suas anotações. Dessa forma, quanto maior a qualidade e a quantidade de anotações realizadas maior a tendência de crescimento da riqueza de dados relatados no texto apresentado pelos alunos em seus pré-relatórios.

F- DISCUSSÕES NO GRANDE GRUPO

O processo das discussões realizadas no grande grupo junto às atividades do PGD Esteira Transportadora ocorreu de acordo com os mesmos parâmetros com que foram realizadas essas atividades no PGD anterior. Modificaram-se as questões e, como consequência, modificaram-se os procedimentos realizados e os argumentos utilizados para justificar os resultados obtidos.

G- ELABORAÇÃO E ENVIO DO RELATÓRIO FINAL E INDIVIDUAL

Ao término do processo das discussões finais, cada um dos alunos elaborou e entregou o seu relatório final via *e-mail*, até a data estabelecida anteriormente como prazo.

9- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se como indiscutível a necessidade de que sejam promovidas mudanças nos métodos de ensino em Engenharia, no Brasil e no mundo. Se a sociedade, o setor produtivo e o mercado de trabalho, em todo o globo, sofrem transformações em decorrência e em consequência do desenvolvimento tecnológico, também são exigidas transformações nas universidades, determinando-se novos objetivos para a formação do acadêmico, enquanto cidadão e futuro profissional a ser inserido no setor produtivo. Nesse processo, passa-se a exigir do professor de Física em Engenharia que elabore suas atividades de ensino tendo um maior comprometimento com a formação acadêmica geral do seu aluno e não apenas com a formação em seu aspecto científico.

As DCNs estabelecem novos padrões para o perfil do acadêmico de Engenharia e, a partir desse novo perfil, espera-se que o professor crie condições para que o aluno participe mais do processo de sua própria formação. O aluno precisa desempenhar um novo papel, sendo mais ativo, pesquisando, confrontando idéias, argumentando sobre posicionamentos,

realizando pesquisas, produzindo textos científicos, refletindo sobre impactos positivos e negativos do uso, produção ou proposição de tecnologias, utilizando conhecimentos na busca de resolução de problemas, desenvolvendo atividades práticas em laboratório, etc. Todavia, é fundamental que o professor ao buscar criar condições para que o aluno desempenhe esse novo papel, contextualize o ensino de sua disciplina e favoreça, por meio das atividades elaboradas, a construção de uma aprendizagem mais significativa.

Em virtude dos argumentos expostos e das experiências já realizadas, entende-se que a Metodologia PGD apresenta-se como uma opção a ser considerada pelos professores das disciplinas da área de Ciência e Matemática, de forma especial os professores da área da Física, na busca de permitir às atividades de ensino por eles elaboradas darem uma maior parcela de contribuição à formação acadêmica do aluno de Engenharia.

Os PGDs apresentados como exemplos nesse trabalho apenas servem para ilustrar as diferentes etapas de sua elaboração, por isso, não houve, por parte do autor a indicação de um tempo necessário para a aplicação de cada uma dessas etapas. O número de questões/questionamentos de um PGD pode variar muito, dependendo da criatividade, habilidade, conhecimento e objetivos traçados pelo professor. O tempo destinado ao desenvolvimento das atividades nos grupos depende das habilidades prévias dos alunos. O prazo dado ao professor para a entrega dos relatórios também não deve ser fixo, pois, dependendo do período, os alunos podem estar envolvidos em avaliações ou outros trabalhos relacionados às outras disciplinas do curso. Por isso, sugere-se, a leitura da dissertação “**Problemas Geradores de Discussões: uma metodologia para o ensino de Física em Engenharia**” (MACHADO, 2009), para que se possa adquirir uma melhor compreensão sobre dimensão dos efeitos dessa metodologia no ensino em Engenharia.

10 - REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A. O perfil de alunos da área de ciências exatas e engenharia e a qualidade de ensino. **Revista de Educação**, PUC - Campinas, n.12, p.61-76. Campinas: junho, 2002.

ACEVEDO, 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**, n. 1, p.3-16, 2004. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/educacion.htm>. Acesso em 21/04/2008.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

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

_____. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica**. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

_____. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. **Revista Ibero Americana**, n.28 Madrid, 2002. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/educacion.htm>. Acesso em 20/04/2008.

_____. PEREIRA, L. T. V.; LISINGEN, I.V. **Educação Tecnológica**: enfoques para o ensino de engenharia, 2ª ed. revisada e ampliada. Florianópolis, Editora da UFSC, 2008.

BRASIL. CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Ministério da Educação, Brasília, 2002. Disponível em <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em 07/12/07.

BUSHWEITZ, B. Aprendizagem Significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.6, n.2, p. 133-141, 2001.

COSTA, S. S. C. ; MOREIRA, M. A. **A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, 2000, p. 243-252.

_____. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, no. 1, Março, 2002.

FÁVERO, M. H.; SOUSA, C. M. S. G. A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, Brasil, v. 6, n. 2, p. 143 - 196, 2001. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2>> . Acesso em 05/01/2008.

GORDILLO, M. M. ; CEREZO, J. A. L. **Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa**. Seminario sobre sensibilización sobre el enfoque CTS. Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colômbia, agosto de 2002.

_____. GALBARTE, J. C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n.28. 2002. Disponível em <http://www.rieoei.org>, acesso em 21/04/2008.

_____. OSORIO, C. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. **Revista Iberoamericana de**

Educación, n.32. OEI. Madrid 2003. Disponível em <http://www.rieoei.org>, acesso em 21/04/2008.

GURUCEAGA, A. ; GONZÁLES GARCIA, F. Aprendizaje Significativo Y Educación Ambiental: análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v.22, n.1, p.115-136, 2004.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O. ; OLIVEIRA FILHO, K. S. Produtos de Materiais Didáticos: uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.29 n.2 São Paulo 2007.

JABBOUR, C.J.C.; SOUSA, A. B. L.; SANTOS, F. C. A. **A futura norma ISO 26000 sobre responsabilidade social: o debate e as implicações para a função produção**. Anais do XXVI ENEGEP, 2006. Fortaleza, CE, Brasil.

LOPES, J. A. A Formação do Profissional na Área de Ciências Exatas e Engenharias: a necessidade de um projeto pedagógico consistente. **Revista de Educação**, PUC-Campinas, n.12,p.91-114. Campinas: junho, 2002.

LUCERO, I.; CONCARI, S.; POZZO, R. El Análisis Cualitativo en la Resolución de Problemas de Física y su Influencia en el Aprendizaje Significativo. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.2, n1. p. 85-96, 2006.

MACHADO, V. **Problemas Geradores de Discussões: uma proposta para a disciplina de Física nos cursos de Engenharia**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, junho de 2009.

_____. PINHEIRO, N.A.M. Problema Gerador de Discussões: uma metodologia para o ensino em Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, vol.2, n.01, p.31-49, 2009. Disponível em <http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/rbect>.

MANZINI, N. I. J. Roteiro Pedagógico: um instrumento para aprendizagem de conceitos de Física. **Revista Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 127-138, 2007.

MOREIRA, M. A. Modelos mentais. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.1, n.3, p.193-132,1996.

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, Lisboa, p. 33-45, com o título original de Aprendizagem significativa subversiva, setembro de 2000.

_____. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006.

PEREIRA, T. R. D. S. **O Profissional de Engenharia Frente ao Novo Cenário das Organizações**. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande, 2005.

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. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

_____. SILVA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Revista Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PIRATELLI, C. L. **A Engenharia de Produção no Brasil**. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande, 2005.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. Livraria Nobel. São Paulo, 1994.

PÓVOA, J. M.; BENTO, P.E.G. **O Engenheiro, sua formação e o mundo do trabalho**. Anais do XXXIII COBENGE. Campina Grande, 2005.

ROSA, C. W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. **Revista Ensaio**, v.05, n.02, 2003.

SANTOS, M. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, Portugal, v. 2, n.6, p.137-157, 2005.

SANTOS, S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Interdisciplinaridade e resolução de problemas: algumas questões para quem forma futuros professores de ciências. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 103, 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 03 de abril de 2009.

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

_____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, v.2, n.2, p.01-23, 2002.

SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 45. p. 61-80, 2007.

SILVA, S. F.; BELTRAN NUNEZ, I. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6b, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 31 de março de 2009.

SOUZA, C. A.; BASTOS, F. P. Um Ambiente Multimídia e a Resolução de Problemas. **Revista Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 315-332, 2006.

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

11- REFERÊNCIAS DOS TEXTOS SUGERIDOS AOS ALUNOS

BRASIL. CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Ministério da Educação, Brasília, 2002. Disponível em <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em 07/12/07.

LEWENKOPF, C. Erros, Fraudes e Acertos. Texto publicado na **Revista Ciência Hoje**, v.32, n. 192, 2003, p.40.

MEIRELLES, M.; SILVA, O. R.; PAIXÃO, M. R.; MARIETTO, M. **O papel da Engenharia de produção**. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande, 2005.

MORAIS, R. **Filosofia da Ciência e da Tecnologia**. São Paulo, Papirus, 1988, p. 99-105.

SACOMANO NETO, M.; NAKAMURA, M. M.; ESCRIVÃO FILHO, E. **O futuro do trabalho, mudanças organizacionais e as novas habilidades gerenciais**. ENEGEP, 1998.