



A METODOLOGIA DOS PROBLEMAS
GERADORES DE DISCUSSÕES POTENCIALIZA
A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?

VINICIUS MACHADO

Licenciatura plena em Matemática, mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela UTFPR é professor de Física nos cursos de Engenharia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa.

Contato: vinmac@utfpr.edu.br

FERNANDO MARTINS DE OLIVEIRA

Licenciatura plena em Física, especialista em Educação Científica e Tecnológica pela UTFPR é professor de Física e Matemática no Colégio JP em Presidente Prudente, SP.

Contato: oliveira.fernandomartins@gmail.com

A METODOLOGIA DOS PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES POTENCIALIZA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?

Vinicius Machado
Fernando Martins de Oliveira

RESUMO: Apresenta-se uma análise da proposta de ensino em Física desenvolvida pela Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGD), aplicada em curso de Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O intento é o de verificar se a Metodologia PGD é capaz de cumprir com o seu objetivo de potencializar a ocorrência de aprendizagem significativa. Para tanto, buscou-se realizar uma pesquisa básica e exploratória de cunho bibliográfico e de abordagem qualitativa. Como resultado, entende-se ser possível afirmar que existem indícios de que a aplicação de atividades de ensino desenvolvidas de acordo com a proposta da Metodologia PGD pode contribuir de forma efetiva enquanto produção de material e disponibilização de estratégias de ensino potencialmente significativas.

PALAVRAS-CHAVE: Problemas Geradores de Discussões. Ensino de física. Resolução de problemas. Aprendizagem significativa.

DOES THE METHODOLOGY OF DISCUSSION GENERATOR PROBLEMS POTENTIATE MEANINGFUL LEARNING?

ABSTRACT: This paper presents an analysis of the teaching proposal of Physics developed by the Discussion Generator Problems (DGP) Methodology, applied in a course of Production Engineering in the Federal Technological University of Parana. The intent is to determine if the DGP Methodology is able to potentiate the occurrence of significant learning. For this, we conducted a basic and exploratory research of bibliographic and qualitative approach. As a result, it is possible to say that there are indications that the application of teaching activities developed according to the proposal of the DGP Methodology can contribute effectively as production of material and provision of teaching strategies potentially meaningful.

KEYWORDS: Discussion Generator Problems. Physics teaching. Resolution of problems. Meaningful learning.

INTRODUÇÃO

Os cursos de formação na área tecnológica, entre eles o de graduação em Engenharia, vêm apresentando altos índices de reprovação e evasão acadêmica, principalmente nos primeiros períodos de estudo e, de forma mais acentuada, nas disciplinas das áreas de Ciência e Matemática. De acordo com as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), as disciplinas da área de Ciência e Matemática compõem o núcleo das disciplinas de conteúdo básico e, entre seus objetivos, devem promover junto aos alunos de Engenharia uma forte formação profissional e humanista, ou seja, voltada para a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos, porém, sem deixar de relacioná-los às questões sociais e ambientais (BRASIL, 2002). Foi em função desse panorama que se optou por construir e apresentar a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGDs) como uma estratégia de formação acadêmica e ensino potencialmente significativo nas disciplinas de Física nos cursos de Engenharia. Tem-se por objetivo nesse artigo apresentar um estudo bibliográfico por meio da qual se buscou verificar se a proposta da Metodologia PGD, aplicada no ensino em Física em curso de Engenharia, é capaz de potencializar a aprendizagem significativa.

OS PASSOS E A METODOLOGIA DA PESQUISA

Para verificar a ocorrência de uma relação entre os fenômenos Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGDs), optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa que, de acordo com Lakatos e Marconi (2001), é classificada como EXPLORATÓRIA e que foi desenvolvida por meio de um estudo BIBLIOGRÁFICO. Com o estudo BIBLIOGRÁFICO desenvolvido sobre os dois fenômenos citados, buscaram-se informações a fim de obter um maior entendimento sobre os seus pressupostos. A pesquisa EXPLORATÓRIA, conforme relatam Lakatos e Marconi (2001), envolve o estudo de ao menos um fenômeno pouco estudado, no caso desse trabalho, essa referência é feita à Metodologia PGD.

Por não ter sido desenvolvida com a ocorrência de qualquer forma de aplicação prática, entende-se, assim como Silva e Menezes (2001), que a pesquisa é classificada como BÁSICA. Quanto à forma de tratamento dos dados coletados, entende-se que a pesquisa foi QUALITATIVA, pois, de acordo com Silva e Menezes (2001, p.21), esse tipo de abordagem “não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas”.

PRESSUPOSTOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Entende-se que a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) carrega em sua essência uma proposta ao educador de promover junto ao educando um processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos por meio de um material de ensino potencialmente significativo e envolvente. Para tanto, entende-se que o material de ensino deve contribuir para que os novos conhecimentos que se pretende ensinar estejam relacionados com as idéias pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para Ausubel (2003), o ensino que não potencializa a aprendizagem significativa tende a resultar em uma aprendizagem por memorização. Nesse tipo de aprendizagem, as atividades do aluno ocorrem de forma literal, imediata, aleatória e sem relacionamentos ou ancoragens significativas entre o conhecimento recém adquirido e os seus conhecimentos prévios. Nessa perspectiva, Ausubel (2003, p. 59), afirma que o conhecimento memorizado tende a ser não duradouro, pois:

[...] por não estarem ancorados a sistemas ideários existentes, os materiais apreendidos por memorização (a não ser que sejam bem apreendidos ou dotados de uma clareza invulgar) são muito mais vulneráveis a interferências pró-activas e retroactivas e, logo, ao esquecimento; i.e., possuem uma capacidade de retenção muito inferior.

Para Ausubel (2003) a aprendizagem por memorização tende a ser passiva, pois isenta o aluno do desenvolvimento de um processo de raciocínio crítico, exigindo-se que o mesmo apenas reproduza os conhecimentos transmitidos pelo professor, de forma literal. Na aprendizagem intitulada de significativa, as tarefas de aprendizagem abrangem a aquisição de novos significados, por meio da apresentação de material de aprendizagem potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003). É um processo ativo por meio do qual exige que o professor conheça o aluno a fim de construir um material de ensino potencialmente significativo Ausubel (2003, p. 6) aponta três condições que determinam esta característica das TAS:

[...] exige, no mínimo: (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo; (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados; e (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular.

A fim de potencializar a aprendizagem significativa exige-se, de acordo com a TAS, que o novo conhecimento seja relacionado à estrutura cognitiva de forma não arbitrária, ou seja, o aprendiz deve apresentar em seu saber (estrutura cognitiva) os subsunçores (idéias pré-existentes) específicos que servirão de base para a aquisição do novo conhecimento (MOREIRA, 2000). Dessa forma, os conhecimentos adquiridos não serão “literais”, ou seja, o aprendiz pode utilizar outras palavras que possuam o mesmo sentido (significado) dos conceitos e proposições para a compreensão do novo conhecimento.

Nesta perspectiva, entende-se que cabe ao educador o papel de elaborar e utilizar novos mecanismos que podem compreender desde atividades expositivas assim como atividades experimentais e/ou atividades de resolução de problemas de forma a propiciar as subsunções necessárias à aquisição de novos significados. Nessa perspectiva, Lucero *et al.* (2006, p. 87) enfatiza que:

“Cada vez que se diga que resolver problemas permite el desarrollo de procesos reflexivos, se está vinculando resolución de problemas com aprendizaje significativo, dado que toda reflexión acaecida en la mente pone en juego la interacción entre los esquemas previos y la nueva información”.

Assim, nas palavras dos autores, entende-se que o ensino por meio de problemas pode se constituir em uma maneira de promover uma aprendizagem de conhecimentos com a aquisição de novos significados.

SOBRE A METODOLOGIA DOS PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES

A metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGD) foi apresentada em trabalho de dissertação (MACHADO, 2009-a e 2009-b) junto ao PPGET (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia) desenvolvido na UTFPR, *câmpus* Ponta Grossa, no ano de , em capítulo de livro e artigos publicados em revistas e/ou anais de eventos (MACHADO e PINHEIRO, 2009-a, 2009-b, 2009-c, 2010, 2014-a e 2014-b). Um PGD, segundo o autor, é um conjunto de atividades de ensino em Física, desenvolvidas a partir de um problema gerador de

discussões e elaboradas para aplicação nos cursos de Engenharia e desenvolvida de acordo com os pressupostos da Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões.

Essa metodologia, conforme relata Machado (2009-b, p.06), “foi construída com o objetivo de buscar um novo caminho pedagógico a fim de permitir ao ensino da Física dar uma maior parcela de contribuição no processo de formação do aluno, futuro engenheiro”. E, na busca de orientações para a sua construção, o autor relata ter realizado estudos sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, enfoque de Ensino de Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS) aplicado ao ensino, teoria da Aprendizagem Significativa e teoria de ensino por meio da Resolução de Problemas. Nesse sentido, Machado (2009-b, p.23) comenta:

Ao professor solicita-se que elabore e aplique atividades de ensino contextualizado, objetivando promover a ação do aluno dentro e/ou fora da sala de aula, motivando-o a participar de forma mais efetiva no processo de busca e apreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos por meio de novas experiências de aprendizado.

Por isso, entende-se que as DCNs orientaram o autor para a necessidade de construir uma proposta de ensino de Física voltada para uma participação mais efetiva do aluno, em conjunto com o professor, por meio de diferentes estratégias de ensino, na busca e aquisição de conhecimentos. Entende-se haver também uma clara orientação das diretrizes para que os professores construam atividades de ensino que contribuam para a aquisição de hábitos, por parte do aluno, de analisar os futuros problemas com os quais poderá se defrontar em sua carreira, de forma consciente das suas responsabilidades sociais e ambientais e das possíveis conseqüências de suas ações como Engenheiro.

De forma pontual, as DCNs (BRASIL, 2002) estabelecem um conjunto de habilidades e competências que na visão de Machado (2009-b), orientaram para a construção da Metodologia PGD: 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; avaliar o impacto das atividades da Engenharia no contexto social e ambiental. Visando atingir esses objetivos, o autor propôs em sua metodologia que os PGDs fossem construídos contendo um conjunto de atividades de ensino elaboradas a partir de um problema gerador: resolução de problemas, atividades experimentais, atividades de pesquisa, em grupo, elaborações de textos de relatórios, discussões. Nessa perspectiva, de acordo com Machado e Pinheiro (2009-a, p.1490), os PGDs indicam um norte para que o professor possa seguir visando cumprir as exigências das DCNs por meio do desenvolvimento de atividades de ensino que busquem a promoção de uma:

[...] maior participação do aluno no processo de busca e aquisição de conhecimentos. Que essa busca e aquisição de conhecimentos ocorram por meio de atividades de aprendizagem diversificadas e que esses conhecimentos sejam potencializados tanto pelo seu relacionamento com a prática e contexto da Engenharia quanto pelos relacionamentos com as demais disciplinas do curso de Engenharia.

Nesse contexto, entende-se que o autor ao construir a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões propôs o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem estratégicas para a formação acadêmica do aluno de engenharia solicitada pelas diretrizes curriculares. Seriam essas atividades de ensino e aprendizagem ao mesmo tempo capazes de potencializar a aprendizagem significativa?

AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO PROPOSTAS PELA METODOLOGIA PGD

A Metodologia PGD prevê o desenvolvimento de diferentes estratégias de ensino, apresentando um conjunto de atividades elaboradas a partir de um problema gerador: apresentação de um problema, realização de pesquisa, desenvolvimento de atividades práticas/experimentais, atividades em grupo, realização de discussões e elaboração de relatórios. Nessa perspectiva, Machado (2009-b) observa que o problema gerador, a fim de potencializar a aquisição de “novos” conhecimentos por parte do aluno, deve ser elaborado de forma a colocar os conhecimentos prévios dos alunos em prova. Contudo o autor destaca que além da atividade de resolução de um problema com lápis e papel, o problema gerador também pode ser elaborado de forma a exigir do aluno a realização de atividades experimentais a fim de buscar resposta ao problema apresentado. Essa ocorrência pode ser vista, por exemplo, na aplicação do PGD Desperdício de água: “Determinar, por meio da atividade prática, o desperdício médio de água causado pelo seu grupo ao escovar os dentes com a torneira aberta” (MACHADO e PINHEIRO, 2009-b). Na visão de Machado (2009-b, p. 28) esse tipo de estratégia de ensino é capaz de potencializar a aprendizagem significativa à medida que, em sua proposição:

[...] 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.

Ainda nessa linha de raciocínio, Machado (2009-a, p.67) afirma que “[...] o processo de aprendizagem se torna mais significativo à medida que as atividades experimentais não são estanques, ou seja, não tenham o único objetivo de comprovar uma relação entre grandezas

físicas, leis ou conceitos prontos”. Dessa forma o autor orienta para que durante o trabalho de construção do PGD, o professor preocupe-se com que “[...] sejam elaboradas de forma a trazer questionamentos aos alunos: Como fazer isso? Para quê fazer isso? Por que fazer dessa forma e não daquela outra?” (MACHADO, 2009-a, p. 37). Durante o desenvolvimento da Metodologia PGD o autor busca utilizar de diferentes estratégias de ensino dividindo os alunos em pequenos grupos visando promover discussões entre os alunos sobre os problemas e questionamentos propostos no PGD.

As discussões, segundo o autor, desempenham um importante papel na metodologia PGD, pois, por meio delas todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem podem discutir os resultados, os procedimentos adotados e os equívocos cometidos pelos grupos na busca de uma solução. Nesse sentido, Machado (2009-a, p. 59) relata a importância do papel que desempenham as discussões, quando dá orientações para que:

[...] no grande grupo, o professor deve solicitar, indicar ou sortear um dos grupos para expor os procedimentos realizados e/ou propostos pelos seus componentes para a solução dos questionamentos do problema. As discussões ocorrerão por meio de comparações entre os procedimentos desenvolvidos ou propostos e argumentos apresentados pelos diferentes grupos. As discussões apresentam-se junto à Metodologia PGD como importante apoio junto ao processo de promoção do envolvimento e participação do aluno, promovendo o diálogo, reflexões, confrontos de idéias, etc.

Visando cumprir com seus objetivos quanto ao relacionamento entre conhecimento científico e tecnológico e às questões sociais e ambientais proposto pelas DCNs, o autor afirma que durante a construção das atividades do PGD, “[...] o problema deve propor a resolução de uma situação-problema questionadora, voltada para a realidade e contextualizado com a modalidade do curso em que será trabalhado” (MACHADO, 2009-a, p. 57). Nessa linha de raciocínio o autor visa, por meio da aplicação dos PGDs, buscar promover junto aos alunos reflexões em torno de sua futura atuação como engenheiro observando os possíveis impactos sociais e ambientais decorrentes de suas ações. Nesse sentido, Machado (2009-a, p. 57) afirma que:

Visando promover a formação acadêmica solicitada pelas DCNs no aspecto cidadania e seguindo as orientações do enfoque de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), entende-se que os questionamentos devem ser elaborados de forma a exigir uma visão crítica e reflexiva por parte dos alunos, no tocante a aspectos profissional e social - ético, moral, ambiental, político, etc.- relacionados ao tema proposto pelo problema [...].

Na busca desse objetivo, pode-se observar como estratégia de ensino aplicada nos PGDs a proposição de questionamentos. No PGD Desperdício de água, por exemplo, é proposto o

seguinte questionamento: “Comparem três diferentes torneiras (de girar, de pressionar e com sensor) e indique vantagens e desvantagens do seu uso” (MACHADO e PINHEIRO, 2009-b). Observa-se, na mesma perspectiva, no PGD Produção do leite o seguinte questionamento:

[...] indique quais as vantagens e desvantagens comparando os processos de embalagem do leite em saquinhos plásticos, em caixinhas e em garrafas plásticas e de que forma o governo, a sociedade e o setor produtivo vêm demonstrando preocupações e propondo soluções aos problemas ambientais e sociais, gerados pelo descarte dessas embalagens [...] (MACHADO e PINHEIRO, 2009-a, p.1495).

O professor, visando atingir seus objetivos de ensino e aprendizagem, busca promover junto aos alunos, por meio dos PGDs, a aplicação de diversas atividades de ensino. No PGD Aparelho de ginástica, por exemplo, Machado (2009-a) propõe o desenvolvimento de atividade experimental a fim de colocar em prática os conhecimentos teóricos trabalhados em aulas anteriores para realizar a determinação da constante elástica de uma mola. Contudo, para o desenvolvimento dessas atividades práticas, o autor não propõe roteiros, dessa forma, em alguns casos, o autor relatou ter ocorrido a necessidade de alguns alunos ou grupos de alunos terem ido à biblioteca a fim de “pesquisar” informações que lhes permitissem um melhor entendimento sobre as atividades que deveria realizar.

Outra estratégia de ensino proposta pela metodologia PGD consiste em promover a confecção de pré-relatórios e relatórios finais por parte dos alunos. Um deve ser produzido pelos grupos, após as atividades iniciais elaboradas pelos alunos em seus grupos e outro deve ser produzido pelos alunos, de forma individual, após a realização das discussões finais. Na visão do autor nos pré-relatórios os alunos devem relatar suas abordagens e discussões realizadas no pequeno grupo. E os relatórios finais visam promover as observações dos alunos sobre seus acertos e equívocos após as discussões realizadas, com a intervenção do professor, no grande grupo. Nessa perspectiva, Machado (2009-a, p. 58) afirma que por meio dos relatórios:

[...] os PGDs podem promover junto aos acadêmicos de Engenharia à aquisição de habilidades de expressão oral e escrita, solicitadas pelas DCNs. Além disso, ao receber esses relatórios o professor pode analisá-los a fim de verificar a ocorrência ou não de aprendizagem por parte dos alunos. Entre esses relatórios encontra-se um pré-relatório, no qual os alunos devem relatar as atividades por eles desenvolvidas em seus respectivos grupos para a resolução das questões do problema. Encontra-se também 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 que ele pudesse confirmar os procedimentos corretos empregados ou para que corrigisse os equívocos cometidos.

Por isso, entende-se que o autor visa promover, por meio dos PGDs, um processo de ensino e aprendizagem contextualizado aos cursos de Engenharia para possibilitar aos alunos o desenvolvimento de raciocínio crítico/reflexivo, buscando fazer a ancoragem das idéias pré-existentes com os novos conhecimentos, o que segundo Ausubel (2003) pode caracterizar a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

A ANÁLISE DO PGD ESTEIRA TRANSPORTADORA

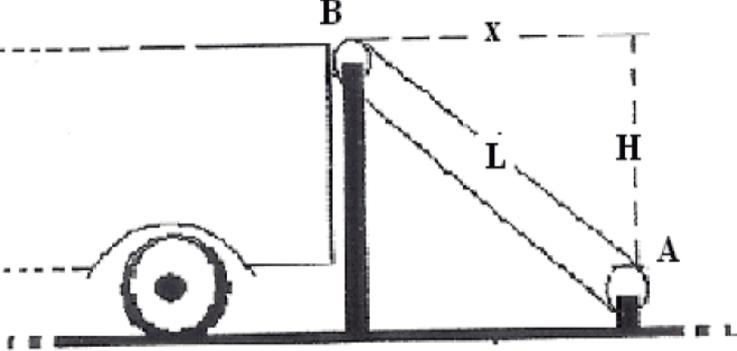
Entende-se ser importante iniciar a análise do PGD Esteira transportadora exposto no QUADRO 1, partindo das explicações do próprio autor sobre as razões de sua construção. Nesse sentido, sobre o tema escolhido para o PGD, Machado (2009-b, p. 18) justifica:

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.

Percebe-se, no relato do autor, sua intenção de criar um elo entre os vários aspectos (científico, tecnológico, social, ambiental, etc.) envolvidos na formação do futuro Engenheiro por meio do relacionamento entre um plano inclinado e a sua função enquanto máquina simples.

O PGD exposto no QUADRO 1, inicia-se em sua primeira linha com o problema gerador. Nessa atividade, entende-se que o autor buscou promover junto aos alunos o exercício de análise de um projeto de elevação de sacos de milho até a carroceria de um caminhão por meio do plano inclinado/esteira transportadora. Em sua perspectiva, o autor afirma que elaborou essa primeira atividade / problema gerador com o intuito de:

[...] exigir, por parte do aluno, o uso de conhecimentos científicos da Física relacionados à decomposição de vetores, Leis de Newton, atrito mecânico estático e cinético aplicados ao plano inclinado, além de conhecimentos matemáticos relacionados às relações métricas e trigonométricas em triângulos retângulos e a realização de cálculos básicos (MACHADO, 2009-a, p. 104).

<p>Problema Gerador</p>	<p>“Precisa-se projetar um sistema fixo para elevação de sacos de milho até a carroceria um caminhão por meio de uma esteira transportadora. Cuidado! Há que se cuidar para 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, considerando o 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 chamadas na Mecânica de Máquinas Simples, responda os seguintes questionamentos:</p> <p>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?</p> <p>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.</p> <p>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>

QUADRO 1 – PGD Esteira Transportadora
 Fonte: Machado (2010, p. 533)

De forma mais específica, Machado (2009-a, p. 162) afirma que na busca de solucionar a questão do problema gerador desse PGD:

[...] os alunos utilizaram-se das relações trigonométricas do triângulo retângulo para decompor o vetor peso nos eixos indicados: eixo “x”, paralelo ao plano de movimento e eixo “y” perpendicular ao plano de movimento. Na seqüência, partindo do entendimento de que os sacos de milho não podem escorregar sobre a esteira e utilizando-se dos conceitos de força de atrito e equilíbrio estático, já trabalhados na atividade realizada no laboratório, determinaram a equação inicial $P_x = F_{at}$. Nessa equação F_{at} representa a força de atrito estático e P_x parte da força-peso que puxa o bloco no sentido descendente do plano. Nesse caso, a F_{at} deveria ter sido escrita como $F_{at,s}$, sendo o “s” subscripto a indicação do tipo de atrito mecânico a que se refere na questão, no caso, “s” indica o estático. Desenvolvendo a equação inicial os alunos chegaram a uma segunda expressão: $\text{tg } \alpha = \mu_s$. Essa expressão determina que o coeficiente de atrito estático entre duas superfícies, sendo uma delas um plano inclinado, pode ser determinado a partir da função tangente do ângulo de inclinação desse plano, quando o corpo que estiver sobre o plano 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.

No objetivo de cumprir com suas funções de potencialização do ensino significativo, percebe-se que a atividade proposta pelo problema gerador exige dos alunos muito mais do que simples aplicações de fórmulas. Dessa forma, para buscar a sua solução, entende-se que os alunos precisam interpretar o enunciado, desenvolver o raciocínio necessário e colocar em prática seus conhecimentos científicos adquiridos em aulas teóricas e/ou de laboratório desenvolvidas anteriormente. Nessa visão, Machado (2009-a, p. 106) afirma que:

[...] em função dos conhecimentos científicos envolvidos na sua resolução, julga-se que o alto nível de dificuldade agregado ao problema deu-se também em função da necessidade do aluno relacionar esses conhecimentos à questão, reorganizando-os e transformando-os em úteis no raciocínio desenvolvido para encontrar o caminho que lhe permitisse chegar à solução do problema.

Como o autor comenta ter ocorrido a realização das atividades experimentais sobre atrito em aula anterior à aplicação do PGD, entende-se que os conhecimentos adquiridos no laboratório, passaram a ser testados por meio do problema gerador exposto no PGD. Com essa ação, entende-se que o professor criou uma forma de verificar se os conhecimentos prévios adquiridos no laboratório foram adquiridos de forma mecânica ou de forma significativa.

A segunda questão do PGD Esteira transportadora, exposta na linha 2 do QUADRO 1, é entendida pelo autor como uma questão voltada para a formação do acadêmico de Engenharia em seu aspecto profissional. O PGD promove discussões sobre o uso de máquinas, suas vantagens e desvantagens. Nesse sentido, os autores (MACHADO, 2009-a e 2009-b; MACHADO e PINHEIRO, 2009-a, 2009-b e 2009-c) afirma que com a elaboração desse tipo de questão é

possível promover junto aos alunos a contextualização dos conteúdos por meio da aplicação dos conhecimentos científicos adquiridos em aulas anteriores em questionamentos relacionados à sua futura área de atuação. Nessa linha de raciocínio, Machado (2009-a, p. 105) afirma a sua intenção de que aplicando esse tipo de exercício o PGD busca contribuir:

[...] para o desenvolvimento da formação profissional não somente no aspecto científico, mas, por consequência, também no aspecto tecnológico. O desenvolvimento, no aspecto científico, ocorrerá à medida que o aluno consiga utilizar os conhecimentos científicos já adquiridos para achar um caminho e o desenvolvimento, no aspecto tecnológico, ocorrerá à medida que esse caminho seja efetivamente construído e permita a obtenção dos resultados buscados.

Para o autor, as questões de formação profissional tendem a potencializar o ensino de Física, pois da forma com que foram propostas levam o aluno a utilizar seus conhecimentos prévios como subsídio a fim de discutir sobre questões voltadas para a realidade de sua futura área de atuação (MACHADO, 2009-b).

A terceira e última atividade do PGD, linha 3 do QUADRO 1, apresenta as questões voltadas para a formação do aluno para a cidadania. Entende-se que o com essas questões o autor busca estimular os alunos a aprofundar suas reflexões e discussões sobre o problema, promovendo o relacionamento entre as questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais. Com esses questionamentos o autor afirma visar “[...] promover discussões, reflexões e análises dos alunos sobre a importância das máquinas junto à sociedade e os possíveis impactos decorrentes de seu uso” (MACHADO, 2009-a, p. 105). Nessa perspectiva, concorda-se com a visão do autor, quando afirma a importância da formação para a cidadania, de forma especial nos alunos dos cursos de engenharia, pois, em conjunto a formação profissional e para a cidadania podem contribuir para que esses alunos avaliem “[...] criticamente os produtos, procedimentos e processos tecnológicos. Para tanto deve utilizar-se de seus conhecimentos científicos e tecnológicos apoiados aos parâmetros sociais e ambientais” (MACHADO, 2009-a, p. 182).

Além da análise das questões do PGD em questão, entende-se também ser importante observar que o autor estabelece uma seqüência de ações a serem desenvolvidas pelos alunos durante a sua resolução. Essa seqüência, estabelecida pela metodologia PGD é apresentada pelo autor de acordo com o QUADRO 2– **Orientações aos alunos para a resolução de um PGD.**

Observando as orientações expostas no QUADRO 2, entende-se que dessa forma o autor busca promover a participação do(s) aluno(s) no processo de aprendizagem quando afirma nas linhas 2 e 5 de que todas as ações para a resolução das questões e questionamentos deverão ocorrer inicialmente sem a participação do professor e, se for necessário, as dúvidas devem ser dirimidas por meio de pesquisa.

<p>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 contribuirão para corrigir os erros cometidos e confirmar os acertos ocorridos durante todas as atividades realizadas pelo grupo.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>

QUADRO 2 – Orientações aos alunos para a resolução de um PGD
Fonte: Machado (2009-a, p. 135)

Também se entende como uma forma de promover a participação dos alunos no processo de aprendizagem, a realização das atividades em grupo e de produção de relatórios indicadas pela Metodologia PGD, conforme as orientações dadas aos alunos, expostas na linha 1 do QUADRO.

CONCLUSÕES

Após a realização deste estudo, entende-se que há evidências que permitem afirmar que as atividades propostas pelo Problema Gerador de Discussões Esteira transportadora contribuem para a realização de atividades de ensino dos conteúdos de Física de forma contextualizada com o curso de Engenharia. Dessa forma, esse conjunto de atividades deu a sua parcela de contribuição para o desenvolvimento do processo de formação do aluno enquanto acadêmico do curso de Engenharia solicitado pelas DCNs. Percebe-se por meio do relato do autor que a atividade proposta pelo

problema gerador exigiu muito mais que simples aplicações de fórmulas promovendo junto ao discente o desenvolvimento de seu raciocínio e reflexões sobre a aplicação dos conhecimentos científicos possibilitando e exigindo do aluno a interação do novo conhecimento com o conhecimento prévio. Por isso, julga-se que a atividade proposta nesse problema apresenta indícios de ser potencializadora de aprendizagem significativa à medida que coloca os conhecimentos prévios do aluno em prova e à medida que a resolução do problema exige raciocínio e reflexão e não somente a aplicação de fórmulas para se chegar à sua resposta. Seguindo, dessa forma, as orientações dos pressupostos da TAS. Em outro aspecto, a TAS indica também a importância do uso de material de ensino potencialmente significativo. Entende-se que o problema gerador, bem como as atividades voltadas para a formação profissional, foram elaboradas de forma a relacionar os conteúdos da disciplina com a realidade do curso de Engenharia, contribuindo, dessa forma, para potencialização da atividade PGD enquanto material de ensino. Entende-se que as atividades do PGD relacionadas à formação para a cidadania, promoveram a relação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos do futuro Engenheiro com questões sociais e ambientais tornando o aluno de engenharia mais crítico e reflexivo quanto aos impactos gerados pela sua atuação. Dessa forma, com essas questões, observa-se que além de cumprir com as exigências das DCNs, as atividades propostas pela metodologia PGD também podem contribuir para a potencialização do ensino significativo, orientado pela TAS, à medida que contribui para contextualizar os conteúdos de ensino trabalhados relacionando-os a questões reais nos âmbitos social, ambiental além do profissional. Por fim, entende-se ainda que a metodologia PGD dá indícios de ser potencializadora de ensino significativo por cumprir com as condições de potencialização de ensino significativo indicado pela TAS, à medida que: estabelece diferentes estratégias de ensino: discussões, realizações de trabalhos em grupo, realização de pesquisas, e outras, contribuindo dessa forma para a promoção da participação do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

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

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 02 nov. 2009.

LAKATOS, E. A.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4e, revista e ampliada, Editora Atlas, São Paulo, 2001.

LUCERO, I. *et al.* El Análisis Cualitativo en la Resolucion de Problemas de Fisica y su Influencia en el Aprendizaje Significativo. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.2, n1. p. 85-96, 2006. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em 23 set. 2009.

MACHADO, V. **Manual para elaboração e aplicação da Metodologia PGD na disciplina de Física em cursos de Engenharia**. PPGECT, UTFPR, Ponta Grossa 2009-a. Disponível em: <http://ppgect.pg.utfpr.edu.br/site/?page_id=55>.

_____. **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-b. Disponível em: < http://ppgect.pg.utfpr.edu.br/site/?page_id=557 >

MACHADO, V.; Pinheiro, N. A. M. **Contribuições para a formação acadêmica do engenheiro: trabalhando por meio de Problemas Geradores de Discussões**. Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR, Ponta Grossa, 2009-a. p. 1488-1498. Disponível em: < <http://www.sinect.com.br/2012/index.php?id=260> >

_____. **Ensino de Física por meio de Problemas Geradores de Discussões: contribuições para a formação acadêmica em engenharia**. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009-b . Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/sexoespaineis.pdf>

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

_____. Investigando a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. **Revista Ciência & Educação**, vol.16, n.02, 2010, p. <Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n3/v16n3a02.pdf>>

MOREIRA, M. A. **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. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em 20/02/10.

_____. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em 20/02/10.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, ed. 3, Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, Florianópolis, 2001.

_____. Investigando a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. **Revista Ciência & Educação**, vol.16, n.02, 2010, p. 525-542. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=840> .

_____. COMO ELABORAR E APLICAR UM PROBLEMA GERADOR DE DISCUSSÕES. In: Marcia Regina Carletto e Rosemari Foggiatto (Org.). **Ensino de Ciência e Tecnologia: práticas docentes em foco**. 1ed. Ponta Grossa, 2014-a.

_____. Inserções de Estudos Sociais no ensino de Física em Engenharia por meio de Problemas Geradores de Discussões: uma proposta. **Revista Iluminart**, n. 11, p. 41-53, 2014-b.