

## **O USO DA METODOLOGIA DE PROJETOS DE TRABALHO NOS CURSOS INICIAIS DE ENGENHARIA DO CEFET-MG**

**Paulo C S Ventura** – pventura@deii.cefetmg.br  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, LACTEA  
Av. Amazonas, 7675  
30.510-000 – BELO HORIZONTE – MG  
**Dácio Guimarães de Moura** – dacio@dppg.cefetmg.br  
**Adelson Fernandes Moreira** – adelson@deii.cefetmg.br

**Resumo:** Os professores e pesquisadores do Laboratório Aberto de Ciência, Tecnologia, Educação e Arte (LACTEA) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) vêm, há dez anos, trabalhando com uma Metodologia de Projetos de Trabalho em disciplinas dos cursos de Engenharia da instituição, ao mesmo tempo em que realiza pesquisas sobre os usos e alcances da metodologia no processo de ensino-aprendizagem da engenharia e na formação humanística, científica e tecnológica dos alunos. Neste trabalho buscam-se indicadores de que a Metodologia de Projetos de Trabalho seja um elemento desencadeador de pesquisa em materiais e processos dos alunos. Para tal busca, foram analisadas as seções destinadas à comunicação e discussão dos resultados, de cinco relatórios escolhidos ao acaso, o que conduz a um conjunto de sete indicadores possíveis para análises futuras mais pormenorizadas.

**Palavras-chave:** Projetos de Trabalho, Laboratório Aberto de Projetos, Avaliação de Aprendizagem.

### **1 INTRODUÇÃO**

Os cursos de engenharia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG) – Engenharias Elétrica, Mecânica, de Produção Civil e de Computação, sendo os dois primeiros com mais de vinte e cinco anos de existência e os dois últimos mais recentes – apresentam em seus currículos pelo menos uma disciplina na qual os alunos têm a possibilidade de desenvolver projetos de trabalho a partir de idéias deles próprios, reunidos em grupos de quatro pessoas. Tal disciplina recebe nomes diferentes em cada um dos cursos acima, mas, em princípio, são disciplinas que têm por objetivo a introdução de princípios de engenharia, em que teorias e práticas de pesquisa em desenvolvimento científico e tecnológico são apresentadas e discutidas em laboratório de pesquisa, denominado Laboratório Aberto de Ciência, Tecnologia, Educação e Arte – LACTEA. Esse laboratório tem por objetivo primordial contribuir para a capacitação humanístico-tecnológica dos alunos da instituição, através do estímulo ao desenvolvimento de projetos científicos e tecnológicos voltados à apresentação de objetos técnicos. Diversos esforços vêm sendo realizados nos últimos anos no campo da formação de recursos humanos, particularmente no campo do

ensino da engenharia, buscando-se adequar as metodologias de ensino às demandas e características relativas ao novo perfil do cidadão-profissional. Entre as abordagens pedagógicas trabalhadas a Metodologia/Pedagogia de Projetos tem papel de destaque, e criam ambientes de aprendizagem propícios ao envolvimento do aluno com atividades em que os conteúdos técnico-científicos da escola ganham sentido na percepção de sua utilidade e sua utilização na solução de problemas apresentados pela realidade do mundo social e tecnológico. A pesquisa desenvolvida no LACTEA busca investigar o uso da Metodologia/Pedagogia de Projetos como abordagem pertinente na elaboração de objetos técnicos e artefatos tecnológicos, contemplando e promovendo o desenvolvimento de habilidades, especialmente cooperação (trabalho em grupo, interação entre setores), comunicação (apresentação pública, oral e escrita dos produtos realizados), experimentação (capacitação técnica no desenvolvimento de processos prático-experimentais).

O LACTEA promove associações diretas entre os conceitos teóricos de disciplinas básicas, como Física, Cálculo, Elementos de Programação e Software, Princípios de Mecânica e Eletromagnetismo, etc. estudados nas etapas iniciais dos cursos de Engenharia, e suas aplicações práticas no campo da ciência e da tecnologia, desenvolvendo objetos técnicos e artefatos tecnológicos de natureza didático-pedagógica, que contribuam para o processo de melhoria do ensino desses cursos. Dessa forma dá apoio às atividades de estudantes dos cursos de engenharia do CEFET-MG no desenvolvimento de novos projetos, como também organiza exposições itinerantes exibindo os objetos e artefatos desenvolvidos pelos alunos, exibindo também características de um ambiente não formal de aprendizagem (VENTURA et al, 2006).

Neste trabalho pretendemos mostrar como a Metodologia de Projetos de trabalho vem sendo desenvolvida nesses cursos de Engenharia, frutos de pesquisa sobre novas metodologias de ensino-aprendizagem, algumas finalizadas e outras em curso, no mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG. Uma das questões pesquisadas é se a Metodologia de Projetos de Trabalho seria um elemento desencadeador de pesquisa em materiais e processos dos alunos dos cursos de Engenharia do CEFET-MG. Para isso, tomou-se como base empírica os relatórios finais de projetos desenvolvidos no segundo semestre de 2006. Foram analisadas as seções dos relatórios destinadas à comunicação e discussão dos resultados, buscando-se indicadores da metodologia de projetos como indutora da pesquisa em materiais e processos.

## **2 A METODOLOGIA DE PROJETOS DE TRABALHO**

A palavra *projeto* aparece em campos diferentes como expressões múltiplas bem características de nossa época: projeto de pesquisa, projeto de vida, projeto da instituição, projeto pedagógico da escola, projeto de instalação profissional etc. Antes de entrarmos num detalhamento daquilo que entendemos por pedagogia de projetos de pesquisa dos alunos, desenvolveremos um pouco mais a gênese do conceito e seus fundamentos teóricos, além daquilo que já descrevemos sobre a cultura do aprender. Segundo Michel Huber (1999), a pedagogia de projetos dos alunos começa a se delinear na obra de Jean-Jacques Rousseau, quando ele deseja que seu personagem Emile aprenda não através dos livros, mas através das coisas, tudo aquilo que é preciso saber, sugerindo que uma hora de trabalho valha mais que um dia de explicações. Ainda segundo HUBER, a estruturação do conceito de projeto passa também por Karl Marx e a importância da *praxis* sublinhada por este autor, pelos mentores da escola ativa alemã, como Kerchensteiner, pelo filósofo e psicólogo americano John Dewey, pelo educador francês Celestin Freinet, pelos pesquisadores Henri Wallon e Jean Piaget, até chegar ao educador brasileiro Paulo Freire que deu uma dimensão de emancipação social ao aprendiz.

## **Fundamentos teóricos**

O primeiro conceito teórico importante para uma síntese da pedagogia de projetos é o de *representação* pelo fato de sempre precisarmos saber quais nossos pontos de ancoragem no mundo que nos envolve (HUBER, 1999). Precisamos nos ajustar e sabermos nos conduzir neste mundo, além de identificar e resolver, física e intelectualmente, os problemas que ele nos coloca quotidianamente e que os alunos, na condução dos projetos, tentam transformar este mundo. Por isto fabricamos as representações que nos guiam na forma de nomear, definir os diferentes aspectos de nossa realidade e interpreta-los. Nossos mundos são plenos de objetos, de pessoas, de fatos e idéias, e nós os dividimos com aqueles outros sobre os quais nos apoiamos, às vezes de forma convergente, às vezes de forma conflitante, mas com a finalidade de compreender, gerenciar, afrontar e, quem sabe, transformar. Por isto as representações têm uma dimensão social fundamental: ela é ao mesmo tempo o produto e o processo de uma atividade mental pela qual o indivíduo (ou o grupo) constitui a realidade e a ela atribui uma significação específica.

O segundo conceito importante é o de *identidade*, um conceito que ressurge tanto nas ciências sociais quanto na linguagem comum devido às crises às quais vivemos hoje em dia. Segundo o sociólogo francês Claude Dubar (1991), a identidade seria o resultado, ao mesmo tempo estável e provisório, individual e coletivo, subjetivo e objetivo, biográfico e estrutural, dos diversos processos de socialização que, conjuntamente constroem os indivíduos. Essa definição das ciências sociais, que não cobre o amplo uso social do termo, parece-nos incontornável para qualificar e compreender os efeitos de uma pedagogia de projetos. A identidade humana se constrói e se reconstrói ao longo da vida como produto de socializações sucessivas a partir de dois processos:

o processo biográfico em que os indivíduos constroem suas atividades sociais e profissionais ao longo do tempo, em suas relações institucionais (família, escola, empresas, etc.);

o processo relacional em que os indivíduos exprimem suas identidades associadas aos conhecimentos, competências e imagens de si mesmo, em busca do reconhecimento, num dado momento e num determinado local.

Por isso entendemos que a pedagogia de projetos pode oferecer uma estratégia de construção de identidades uma vez que a elaboração e execução de um projeto implica em dialogar com diferentes campos de conhecimentos e práticas. O tema de um projeto e sua questão central devem emergir das experiências e expectativas dos estudantes, estando conectado com a realidade concreta. Portanto, não é circunscrito por uma única disciplina. Produzir conhecimentos em contextos com significação, dentro de uma experiência multidisciplinar. No plano da comunicação, o aluno percebe, ainda, que o projeto será uma ocasião de conquistar um reconhecimento social maior, o que também afeta positivamente sua identidade.

O terceiro conceito seria o de *negociação*, uma vez que negociar é criar consenso, é dar sentido às transformações da sociedade, é também acreditar que soluções novas são possíveis. Negociar é criar ligações sociais, é dar um tempo para não nos afundarmos na urgência em que a sociedade moderna pode nos lançar (VENTURA, 2001). Quando um grupo de atores (de alunos, por exemplo) se reúne para desenvolver um projeto, ele parte de um conjunto de informações e de conhecimentos, convergentes ou conflitantes, para uma interação, para uma relação de troca, e toda relação de troca é uma negociação informal. A negociação é um procedimento necessário por causa da complexidade de nossas sociedades: todos os membros de uma organização, ou de uma equipe, devem interagir uns com os outros à procura de informações. E negociar é reunir os meios para agir, partindo destas informações reunidas por cada um dos atores, para encontrar soluções complementares, em vista de criar uma obra nova, ou um produto novo e irreversível. O que caracteriza uma negociação é o processo

interativo de convergência de diferentes partes, e portanto a negociação se torna um conceito importante no trabalho de uma equipe de projeto.

Um quarto conceito importante é o conceito de *rede*. A questão principal do paradigma de rede (em substituição ao paradigma de sistema) é: quais são as condições a partir das quais os atores de uma situação de projeto podem se encontrar em convergência, em torno de uma possibilidade de mudança ou de inovação? O conceito de rede torna-se uma espécie de meta-organização que reúne homens e objetos em intermediação uns com os outros, individualmente ou coletivamente, definidos por seus papéis dentro da ação, por suas identidades, por seus programas. As redes são formadas pelas malhas de relações pessoais e profissionais, onde entram pessoas e instituições comunicando-se entre si, interativamente. E aí, o conceito de negociação toma uma importância particular. Pois a rede implica em uma trama de negociações que assegure sua operacionalidade uma vez que as instâncias presentes são de naturezas diversas: indivíduos ou mesmo objetos que manifestam sua pertinência à medida dos acontecimentos. A inovação dentro das redes permite-nos criar uma metodologia de condução de projetos (LATOURET, 1993):

A problematização – etapa do questionamento para emergir as ligações entre os membros da equipe, é neste momento que se formulam as questões susceptíveis de fazer convergirem as idéias da equipe.

A instalação da rede – ou instalação dos dispositivos materiais. Objetos e atores são mobilizados em um processo coletivo de negociação visando a solução do problema e a procura da inovação.

A difusão das informações – ou a publicação de textos, a organização dos encontros, a produção do conhecimento, a construção de um portfólio, esta é a etapa de solidificação da rede.

O engajamento dos atores – é a etapa de mobilização. Engajar é dar aos membros da equipe de projeto um papel preciso, uma obrigação que os torne essenciais.

O alongamento da rede – ou a implicação de outros parceiros. Alongar a rede é multiplicar as entidades que a compõem, é chegar a resultados que levem a outros problemas e a outros projetos.

Todos esses quatro conceitos - *representação, identidade, negociação e rede* – permitem a construção coletiva de um saber ou de um conhecimento novo através da desestabilização das representações iniciais dos membros da equipe, e da construção de um novo equilíbrio em um nível superior. E nesta ação de construção de uma nova obra ou produto, a confrontação e a negociação de representações entre os atores de uma rede de conhecimento, reforça e complexifica as novas aquisições. Assim chegamos a uma definição de projeto.

Chamamos de *projeto* a uma ação negociada entre os membros de uma equipe, e entre a equipe e a rede de construção de conhecimento da qual ela faz parte, ação esta que se concretiza na realização de uma obra ou na fabricação de um produto novo. Ao mesmo tempo em que esta ação transforma o meio, ela transforma também as representações e as identidades dos membros da rede produzindo neles novas competências através da resolução dos problemas encontrados. Claro, a rede de construção de conhecimentos a que nos referimos acima, inclui os alunos, os professores, a escola, as instituições de educação não-formal como museus, revistas de divulgação, emissões educativas da televisão, teatros de ciências, etc., além das redes interativas de comunicação, tais como a Internet, os CD's, etc. Portanto, para que um projeto atinja os objetivos de transformações das representações e das identidades de seus autores, é necessário que todos os membros da rede estejam engajados na negociação e no desenvolvimento do projeto.

## **Os Projetos de Trabalho**

Segundo Moura e Barbosa (2006), Projetos de Trabalho são projetos desenvolvidos por alunos em uma (ou mais) disciplina(s), no contexto escolar, sob orientação de professor, e têm por objetivo a aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de competências e habilidades específicas. Esses projetos são conduzidos de acordo com uma metodologia que, no contexto deste trabalho, denominamos Metodologia de Projetos de Trabalho ou ainda, Pedagogia de Projetos.

Para alguns autores, como Hernández e Ventura (1998), a escolha do tema se faz a partir de escolhas dos alunos, de sua experiência e vontade explícita. Esse tema pode fazer parte do currículo da disciplina ou conjunto de disciplinas com as quais trabalham os professores, de uma experiência comum ao conjunto de alunos que formam um grupo de trabalho, de questões da atualidade, ou de sugestões do professor.

Existem inúmeras práticas de desenvolvimento de projetos pelos alunos, em situações de classe, em escolas de programas e projetos pedagógicos os mais diversos. Mas nos projetos de trabalho trabalha-se com uma certa autonomia dos alunos, deixam-se a eles espaços de decisão na condução dos projetos, que, evidentemente, têm relação com a aprendizagem, devem visar a aprendizagem dos alunos em torno do tema escolhido, se possível, dentro de uma prática interdisciplinar. Alguns dos procedimentos a seguir, são procedimentos que se coloca em prática em projetos de trabalho desenvolvidos com os alunos de Engenharia do CEFET-MG e que facilitam, em nosso entendimento, o sucesso final do mesmo:

- a) O projeto pode terminar em objetos técnicos e artefatos tecnológicos concretos, produtos que possam vir a ser colocados no mercado após um desenvolvimento posterior do mesmo. A produção de um objeto concreto coloca em movimento as representações dos alunos confrontando-os com a realidade e forçando-os a negociar novas representações com a rede de construção de conhecimento.
- b) O projeto tem por objetivo uma tomada de poder sobre a realidade e atingindo um verdadeiro reconhecimento social. Se o projeto tiver um certo impacto sobre o ambiente escolar ele seria uma prova tangível da aquisição de saberes, valorizando e dando confiança no aluno persuadindo-o de sua capacidade de aquisição de competências ainda mais difíceis.
- c) O projeto se acompanha de uma mudança do estatuto dos alunos, que passam a co-gestores do mesmo, junto com os professores. Esta co-gestão pode tomar a forma de um portfólio ou caderno de bordo apresentado e discutido regularmente com os professores para que se verifiquem as etapas e dificuldades operadas e criando novas relações sociais entre alunos e professores.
- d) A prática do projeto se acompanha de uma tomada de consciência da cidadania dos alunos permitindo-os prolongar as responsabilidades adquiridas com o projeto, participando, por exemplo, dos conselhos da escola.
- e) Um saber aprendido através dos projetos é mais importante que o saber ensinado por mera transmissão. Esta é uma mudança de enfoque importante, uma vez que a cognição acompanharia a ação, a construção do saber se efetua principalmente pela ação dos alunos.
- f) A prática de projetos favorece uma outra concepção da avaliação: - se os objetivos do projeto foram atingidos por cada um dos participantes, se o projeto criou uma situação de re-investimento criativo. A pedagogia de projetos favorece uma projeção para o futuro, logo a avaliação não pode se contentar de registrar as aquisições, mas ela deve ser prospectiva.

- g) Um nível de dificuldade mínimo deve ser atingido. O projeto deve ser como um desafio, difícil de cumprir, mas que mobilize as energias dos participantes e lhes provoque certo orgulho pela realização. O projeto permite a conscientização de que somos capazes de fazer coisas difíceis.
- h) O projeto tem uma dimensão coletiva, reforçando a socialização dos alunos, e constituindo-se em um bom trampolim para a realização de projetos profissionais e de carreira dos sujeitos.

Durante a realização do projeto o papel dos professores é principalmente o de tutor. Se tudo se passa tranquilamente, eles observam, encorajam e anotam em portfólio próprio o desenrolar das ações. Se problemas surgem, eles passam a uma relação de ajuda sem, no entanto, resolver o problema no lugar dos alunos. Ajudar significa criar condições para que o problema seja resolvido pelos próprios alunos. Cabe então aos professores:

Criar, junto com os alunos, as situações-problema a serem resolvidas. Uma situação-problema é uma situação de aprendizagem na qual o enigma proposto ao aluno permite-o, em sua movimentação de representações, de identidades, a aquisição de uma competência irreversível, após negociar soluções novas com os diversos elementos da rede de construção de saberes montada para a solução do enigma proposto.

Montar um contrato pedagógico explícito com os alunos para a resolução dos problemas com um calendário recíproco a ser seguido.

Fazer reuniões regulares com os alunos e com os outros professores para situar os avanços dos projetos.

Realizar reuniões de retomada das ações ou de encorajamento assim que a dinâmica inicial pareça sofrer uma queda, ou que um problema importante surja.

Cuidar para que haja uma boa relação entre condução dos projetos e a observação dos programas da escola.

Fazer, em co-gestão com os alunos, o relatório final dos projetos.

Os professores entram como parceiros importantes na realização dos projetos de trabalho dos alunos em função de sua experiência na profissão, espelhos dos alunos que iniciam um curso superior de Engenharia.

### **3 O LABORATÓRIO DE PROJETOS NOS CURSOS DE ENGENHARIA**

As diretrizes metodológicas que regem os projetos de trabalhos práticos apresentados no LACTEA - Laboratório Aberto de Ciências, Tecnologia, Educação e Arte – são simples e vêm sendo testadas desde sua fundação, em 1995. Sua característica enquanto laboratório aberto permite que alunos, professores, funcionários, ex-alunos e ex-professores do CEFET desenvolvam projetos previamente aprovados pelo grupo de professores que o compõem, desde que respeitada as seguintes restrições previstas nas normas de funcionamento e ação do LACTEA:

Envolver alunos do CEFET;

Prever o desenvolvimento de um produto de natureza científica, tecnológica e/ou artística;

Ser coordenado por um professor da Instituição.

O grupo de professores que compõem o LACTEA é, em princípio, constituído de todos os professores do CEFET-MG, bastando que apresentem um grupo de alunos que formem uma equipe de projetos sob sua orientação. O LACTEA se configura num espaço dinâmico, interdisciplinar e acolhedor de novas idéias e perspectivas que muitas vezes “morrem” por falta de apoio e credibilidade. O Laboratório dispõe em suas dependências os recursos

(humanos e materiais) – ainda que precários – para a realização de projetos que vêm sendo divulgados em diversos eventos de âmbito regional e nacional. A participação dos alunos é marcada da concepção inicial à apresentação pública, deixando claro que o seu empenho e dedicação são a principal garantia do bom desenvolvimento do projeto. O laboratório conta com alunos bolsistas que auxiliam na coordenação do laboratório, dos trabalhos, além de desempenharem diversas e importantes funções que visam ao crescimento do LACTEA.

Os interessados devem preencher o *Formulário de Descrição do Projeto*<sup>1</sup>, explicitando título, resumo, equipe envolvida, objetivos propostos, justificativa, cronograma de atividades, a situação em que se encontra o projeto e o orçamento. Assim já desenvolvem capacidades de organização lógica em produção de texto. Uma vez aprovado, os solicitantes são orientados na elaboração do projeto e recebem também apoio na busca de subsídios para a concretização do mesmo através da negociação com entidades diversas. Durante o projeto o grupo é estimulado a pesquisar em diversas fontes bibliográficas, selecionar o material pertinente ao trabalho e sempre discutir o próximo passo. Um dos instrumentos utilizados pelo orientador para acompanhar e avaliar o desempenho do grupo é a *Ficha de Acompanhamento Semanal*<sup>2</sup>. Nela o grupo relata a realização de cada integrante durante a semana, o material prático e teórico a ser providenciado, os obstáculos identificados, contatos a serem feitos e outros dados relevantes para o bom andamento do projeto. O objetivo desta ficha é possibilitar sistematização do projeto, a reflexão-ação-reflexão, evitar que o grupo fique disperso, que as etapas previstas sejam ignoradas. A ficha é um instrumento de re-elaboração e estímulo à participação igualitária de seus componentes.

Percebe-se então a intensidade de produções escritas pelos grupos. O projeto fica registrado no formulário, nas fichas de acompanhamento, na pesquisa escrita que se transforma em ótimo material de consulta para trabalhos futuros. Muitos criam cd-rom e até sítios na rede internet com o conteúdo do material estudado. A apresentação pública ocorre no âmbito do próprio CEFET-MG, os produtos surgidos são avaliados por equipes de avaliadores compostas pelos professores e os trabalhos de destaque participam de eventos em âmbito nacional, como Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Colóquio Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), reuniões da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), além de feiras técnicas da área de Informática, Mecânica, Automação Industrial, Empreendedorismo, etc. Neste ponto o projeto alcança uma dimensão impossível de ser registrada no papel, mas facilmente verificada no comportamento dos alunos: a sensação de se sentir co-agente de seu aprendizado.

Geralmente a parte sistematizada dos projetos é, em muitas instituições escolares, organizada pelos docentes sem qualquer consulta aos alunos; convidados a participarem quando chega o momento de execução de tarefas. A oportunidade de se tornarem co-gestores dos projetos realizados no LACTEA instiga os alunos a assumirem uma postura mais autônoma e livre nos seus trabalhos. O cultivo do trabalho organizador e exploratório rende experiências inesquecíveis e resultados surpreendentes, pois na busca de alternativas consistentes para superar as dificuldades surgidas no processo os grupos apresentam construções duradouras (HIGINO, 2002).

As grades curriculares dos atuais cursos de Engenharia do CEFET-MG apresentam disciplinas cujos professores optaram por uma Metodologia de Projetos de Trabalho, segundo modelo desenvolvido no laboratório. Essas disciplinas são Introdução à Engenharia Elétrica, Fundamentos de Prática Experimental (Engenharia Mecânica), Introdução à Engenharia de Computação, Metodologia Científica (Engenharia de Computação) e Laboratório de Física (Engenharia de Produção Civil). A Tabela I a seguir apresenta todos estes instrumentos de gestão de projetos do LACTEA.

<sup>1</sup> Ver em <http://www.lactea.cefetmg.br>

<sup>2</sup> Ver em <http://www.lactea.cefetmg.br>

Tabela I – Planilha de gestão de projetos

ETAPAS	DOCUMENTOS
1 – ELABORAÇÃO DO PROJETO	Formulário de descrição do projeto
2 – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	Ficha de Acompanhamento Semanal – FAS (BLOGS)
3 – PRODUTO FINAL OU OBRA	Relatório Final Apresentação em Seminário
4 – AVALIAÇÃO	Caderno do Professor

Ao final dos trabalhos, os alunos apresentam o protótipo desenvolvido em funcionamento, fazem uma apresentação pública do projeto e apresentam um Relatório Final de Projeto, conforme modelo<sup>3</sup>. Atualmente, os alunos das diversas disciplinas substituíram as Fichas de Avaliação Semanal por diários de bordo escritos em blogs<sup>4</sup> e tornados públicos para leitura, comentários e acompanhamentos dos professores do desenvolvimento dos projetos de trabalho. A maior recompensa do aluno é a apresentação do resultado de seu trabalho, um objeto técnico ou artefato tecnológico que, se atende a características de projeto inovador, poderá se inserir numa rede de observação por parte da comunidade interna e externa, como a incubadora de empresas, o Sebrae, empresários que comparecem às feiras e podem até mesmo adquirir os direitos autorais do produto final. No caso dos professores das disciplinas citadas acima, de diversos cursos de engenharia, uma planilha de avaliação dos projetos foi desenvolvida, e os resultados da avaliação fazem parte do processo de avaliação da disciplina. Tal planilha avalia a apresentação do Formulário de Descrição de Projetos, o desenvolvimento dos projetos através da leitura semanal dos diários de bordo colocados nos blogs, a apresentação em seminário do produto final, e um Relatório Técnico com todo o desenvolvimento do projeto.

#### 4 ANÁLISE DOS RELATÓRIOS FINAIS DOS ESTUDANTES

Para responder uma das questões pesquisadas, se a Metodologia de Projetos de Trabalho seria um elemento desencadeador de pesquisa em materiais e processos dos alunos dos cursos de Engenharia do CEFET-MG, tomamos como base empírica os relatórios finais de projetos desenvolvidos em 2006. Foram analisadas as seções dos relatórios destinadas à comunicação e discussão dos resultados, buscando-se indicadores da metodologia de projetos como indutora da pesquisa em materiais e processos. Para isso escolhemos ao acaso os relatórios de cinco projetos de trabalho desenvolvidos por alunos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica (para o desenvolvimento dos trabalhos não houve uma separação de turmas). Os relatórios escolhidos, que passam a ser reconhecidos pelos números de ordem, foram os seguintes:

Projeto 01: *Temporizador de chuveiro*. Esse trabalho propõe um acessório para o chuveiro elétrico automático, desenvolvido pelos alunos. Trata-se de um temporizador, um dispositivo em forma de disco acionado por um motor com redutor de velocidade, que determina o tempo de uso do chuveiro.

Projeto 02: *Bobina de Tesla*, um tipo de transformador ressonante capaz de produzir, sob altas frequências, tensões acima de um milhão de volts.

<sup>3</sup> O Formulário de Descrição de Trabalho, a Ficha de Acompanhamento Semanal e um modelo de Relatório de Atividades encontram-se em <http://www.lactea.cefetmg.br>.

<sup>4</sup> <http://lactea-projetos.blogspot.com>

Projeto 03: *Hovercraft*. Aqui os alunos construíram uma réplica funcional de um Hovercraft, miniatura sobre uma base de compensado movida por um motor de aeromodelo e guiada com o uso de um controle remoto.

Projeto 04: *Turbofan jato puro*, um motor turbo de avião em modelo reduzido, para mostrar todas as funcionalidades de um motor turbo.

Projeto 05: *Braço mecânico de base móvel*, uma aplicação da robótica na engenharia, onde se construiu uma base móvel dotada de um braço mecânico acoplado ao chassi, dispondo de um eletroímã em uma de suas extremidades, cuja função é recolher objetos metálicos.

Os alunos da equipe do projeto 01, o temporizador, desenvolveram o projeto a partir da necessidade de economizar energia, visto que o consumo de energia pelo uso do chuveiro era um problema para alguns dos estudantes habitantes de repúblicas junto com colegas altamente consumidores. Logo, observa-se já no início dos relatos, o uso de idéias a partir de problemas do cotidiano (indicador 1) para localizar e solucionar problemas iniciais e problemas do próprio processo de desenvolvimento do projeto (indicador 2). Para a escolha do tema e dos materiais para o projeto os alunos contaram com a ajuda dos monitores do laboratório e tiveram que enfrentar ainda a desistência de três integrantes da equipe. Para suprir essa carência eles negociaram com outro grupo de projetos que passava pelos mesmos problemas. Isto mostra o desenvolvimento de uma capacidade ímpar, a de procurar soluções negociadas no ambiente escolar (indicador 3). Segundo relato dos alunos,

*Conseguimos algumas coisas no laboratório de grande utilidade, como engrenagens e molas. Montamos o temporizador usando a idéia de um “programa” de máquinas de lavar. Surgiram alguns problemas, do tipo fazer o contato da chapa metálica a ser usada. Tivemos mais idéias que permitiram a melhor execução do plano inicial, aperfeiçoando os contatos elétricos com o uso de carvão de motores elétricos, o redutor de velocidade do motor mais simplificado e a estrutura de madeira (GONÇALVES et all, 2007, p.14).*

Ao final do relatório os alunos concluem que o artefato pode ser aperfeiçoado com o uso de um motor de menor velocidade para evitar o uso do redutor, além do uso de outros materiais no lugar da estrutura de madeira. Outro aperfeiçoamento proposto foi a possibilidade de usos de sistemas eletrônicos, o que sugere um quarto indicador que seria a identificação de novas questões e novas possibilidades para projetos futuros (indicador 4).

O segundo projeto analisado foi o da construção de uma Bobina de Tesla, um transformador ressonante capaz de produzir, sob altas frequências, tensões acima de um milhão de volts. A bobina foi desenvolvida por Nikola Tesla em 1892 com o objetivo de demonstrar e estudar problemas da geração e transmissão de energia elétrica. O projeto trata, então, da reconstituição dos procedimentos para o desenvolvimento da bobina utilizando-se de matérias à disposição nos dias atuais, como PVC, madeira compensada, verniz para isolamento, parafusos de plástico para fixação, entre outros (RODRIGUES et all, 2006). Esses procedimentos nos conduz à identificação de um outro indicador a ser analisado em nossas pesquisas, o da reengenharia, ou seja, a utilização de materiais em novas situações (indicador 5).

Em seguida analisa-se o relatório de construção de um hovercraft (projeto 03), construído com o intuito de obter maior conhecimento do veículo, sua história e utilidades, satisfazendo curiosidades do grupo. Isso conduz novamente ao indicador 1, o de usos de idéias dos próprios alunos, em seus cotidianos e divagações. Segundo o relatório dos alunos,

*Um desafio encontrado pelo grupo foi o uso de apenas uma turbina propulsora de ar em vez de três como no hovercraft convencional. Usamos um motor de aeromodelo que, por ser muito potente, utilizamos o mesmo ar jogado por ele para diminuir o atrito com o chão e para jogar o hovercraft para frente (SANTANA et all, 2007, p. 5).*

Pelo relato acima, identificamos também o uso de materiais em novas situações, no caso o motor de aeromodelo em função de suas qualidades, o que nos remete de novo ao indicador 5,

o da reengenharia. Outro indicador que surge fortemente no relatório desse grupo de alunos, quando afirmam que “todos os elementos do grupo aprenderam a lidar com problemas e imprevistos”, é o indicador 2, identificação de problemas na condução do projeto.

Já na análise do Turbofan - projeto 04 - (ALMEIDA et all, 2007), um outro elemento importante aparece nos relatos dos alunos em várias descrições de situações vividas: a interdisciplinaridade (indicador 6). Segundo os alunos, o trabalho “expandiu os conhecimentos do grupo para áreas mais avançadas da engenharia, como resistência dos materiais, estudos dos gases, aerodinâmica das hélices, combustão em gases ideais” (p.6), além de fazer um diálogo entre ciência básica e ciência aplicada e outras áreas do conhecimento.

Os alunos do projeto 05, Braço Mecânico de Base Móvel (GABARINI et all, 2007) apresentam em seu relatório vários dos elementos acima. Em primeiro lugar afirmam que, no desenvolvimento do projeto, tiveram que utilizar conhecimentos de Física, Instrumentação Industrial, Eletrônica e Informática (indicador 6). Destacam também o fato de estarem no primeiro período de engenharia e não possuírem, portanto, algumas das habilidades necessárias ao desenvolvimento do projeto, muito embora isto não os tenha impedido de colocarem em prática novas idéias – indicador 1 – (GABARINI et all, 2007:3). O indicador 2 – identificação de problemas – também está presente no relato quando afirmam que

*Vários foram os problemas encontrados durante todo o processo de desenvolvimento e montagem do carrinho, dentre eles: o tipo de transmissão a ser utilizada entre o eixo do motor e a roda principal do carrinho; a elaboração e montagem do braço; a usinagem das peças; o sistema de controle manual; as dificuldades financeiras, a perda de dois elementos do grupo (GABARINI et all, 2007, p. 19).*

Um sétimo indicador ainda pode ser constatado a partir deste relatório que é a listagem de soluções encontradas e a permanência de problemas não resolvidos (indicador 7) em tempo hábil, em função das limitações de tempo para desenvolvimento do projeto e apresentação de resultados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos relatórios destinados à comunicação e discussão dos resultados dos projetos desenvolvidos pelos alunos de engenharia do CEFET-MG, em busca de indicadores de que a Metodologia de Projetos de Trabalho seja um elemento desencadeador de pesquisa em materiais e processos dos alunos, conduziu a uma configuração inicial de sete indicadores. São eles:

Uso de idéias e protótipos do cotidiano dos alunos, testando possibilidades e limites de cada um;

Identificação de problemas no desenvolvimento de projetos;

Procura de soluções negociadas no ambiente escolar (processo de negociação);

Identificação de novas questões e novas possibilidades para projetos futuros;

Utilização de materiais em novas situações – reengenharia;

Interdisciplinaridade;

Soluções encontradas e problemas não resolvidos.

Estes indicadores aparecem de forma regular em cinco relatórios analisados e sugerem pontos para pesquisas futuras que deverão ser retomadas por pesquisadores e estudantes de mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG, para se conhecer o alcance e as possibilidades de uso da Metodologia de Projetos de Trabalho no ensino-aprendizagem interdisciplinar, particularmente nos cursos de Engenharia do CEFET-MG.

A extensão dos trabalhos por projetos no LACTEA é o reflexo dos esforços de diversos profissionais e alunos (bolsistas e voluntários) para consolidar *a cultura do aprender* através

da própria criação, utilizando abordagens pedagógicas que valorizem a formação integral do estudante, ajudando-os a perceber a utilidade de conceitos teórico-científicos na solução de problemas surgidos na sociedade tecnológica (VENTURA, 2002).

O trabalho com projetos vem tornando o laboratório um ambiente de experiências múltiplas e diversificadas, que ultrapassam a prática formativa e alcançam uma dimensão científico-pedagógica propícia à investigação acadêmica acerca do papel da pedagogia de projetos na construção do conhecimento pelos alunos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. et al. **Turbofan “Jato Puro”**, Relatório Técnico de Projeto de Trabalho de alunos do LACTEA, CEFET-MG, Belo Horizonte, 2007.

DUBAR, C. La socialisation-construction des identités sociales et professionnelles, A. Collin, Paris, 1991.

GABARINI, F. et al. **Braço Mecânico de Braço Móvel**. Relatório Técnico de Projeto de Trabalho de alunos do LACTEA, CEFET-MG, Belo Horizonte, 2007.

GONÇALVES, C., et al. **Temporizador de chuveiro**. Relatório Técnico de Projeto de Trabalho de alunos do LACTEA, CEFET-MG, Belo Horizonte, 2007.

HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio. Artes Médicas, Porto Alegre, 1998.

HIGINO, A. F. F. A pedagogia de projetos na educação em ciência & tecnologia à luz da ciência da complexidade e do conceito de negociação; estudo de caso no ensino de física dos cursos de engenharia industrial do CEFET-MG. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Belo Horizonte, 2002.

HUBER, M. Apprendre en projets: la pédagogie du projet-élèves. Chronique Sociale, Lyon, 1999.

LATOUR, B., **Petites leçons de sociologie de sciences**, La Découverte, Paris, 1993.

MOURA, D. G. e BARBOSA, E. F. Trabalhando com Projetos – Planejamento e Gestão de Projetos Educacionais. Ed. Vozes, Petrópolis, 2006.

RODRIGUES, L. et al. **Bobina de Tesla**. Relatório Técnico de Projeto de Trabalho de alunos do LACTEA, CEFET-MG, Belo Horizonte, 2006.

SANTANA, M. et al, **Hovercraft**. Relatório Técnico de Projeto de Trabalho de alunos do LACTEA, CEFET-MG, Belo Horizonte, 2007.

VENTURA, P. C. S. La négociation entre les concepteurs, les objets et le public dans les musées techniques et les salons professionnels. Tese de doutorado apresentada na Universidade de Bourgogne, Dijon. 2001.

VENTURA, P. C. S. Por uma pedagogia de projetos: uma síntese introdutória. **Revista Educação e Tecnologia**, Belo Horizonte, v.7, n. 1, p. 36-41, jan./jun. 2002.

VENTURA, P.C.S., et al. A Metodologia de Projetos como ferramenta de pesquisa em um laboratório de física, visto como um ambiente não formal de aprendizagem. **Anais do COBENGE**, Passo Fundo, 2006.

## **USE OF PROJECT LEARNING METHOD IN INTRODUCTORIES DISCIPLINES IN THE CEFET – MG**

***Abstract:** The teachers and researchers of the Science, Technology, Education and Art Open Laboratory (LACTEA) of Minas Gerais Technology Education Federal Center (CEFET-MG) are working with a Project Learning Method in introductory disciplines of institutional engineering courses. At the same time, they are researching the customs and limits of Project Method in Engineering learning process and in humanistic, scientific and technology formation of the students. In this paper it researches indicators if the Project Learning Method would be a research element shooting in materials and process of the students. For this, it choices aleatoriemment for analysis, five communications and discussions report's sections. This procedure gets to an ensemble of seven possible analyses indicators.*

***Key-words:** Project Learning Method, Project Open Laboratory, Learning Appraisalment.*