

Autorização concedida ao Repositório Institucional da Universidade de Brasília pelo Decanato de Extensão da UnB para disponibilizar, no site repositorio.unb.br, o livro Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília.

REFERÊNCIA

VIANA, Dianne Magalhães; SILVA, Maria de Fátima Souza e. Projeto de um veículo elétrico para apoio à coleta seletiva: uma experiência que une ensino, pesquisa e extensão. In: CATALÃO, Vera Margarida Lessa; LAYRARGUES, Philippe Pomier; ZANETI, Izabel Cristina Bruno Bacelar (Org.). **Universidade para o século XXI**: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília. Brasília: Cidade Gráfica e Editora, 2011. p. 227-240.

Universidade para o século XXI:
educação e gestão ambiental na
Universidade de Brasília

Decanato de Extensão
Universidade de Brasília

2011

José Geraldo de Sousa Junior

Reitor

João Batista de Sousa

Vice-Reitor

Paulo César Marques da Silva

Prefeito

Oviromar Flores

Decano de Extensão

Clélia Maria de Sousa Ferreira e Fernando Ferreira Carneiro

Coordenação do Núcleo da Agenda Ambiental

**Vera Margarida Lessa Catalão, Philippe Pomier Layrargues,
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti**

Organização

Renato Cabral Rezende

Revisão

Webson de Alencar Dias

Projeto gráfico e diagramação

Flora Egécia

capa

Comissão Editorial

Clélia Maria de Sousa Ferreira Parreira

Dione Oliveira Moura

Doris Sayago

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti

Laís Mourão

Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

Maria Rita Avanzi

Paulo César Marques da Silva

Philippe Pomier Layrargues

Saulo Rodrigues

Sérgio Koide

Vera Margarida Lessa Catalão

U58

Universidade para o século XXI : educação e gestão ambiental na
Universidade de Brasília / Vera Margarida Lessa Catalão,
Philippe Pomier Layrargues e Izabel Cristina Bruno Bacelar
Zaneti (orgs.). _ Brasília : Cidade Gráfica e Editora, 2011.
340 p. ; 22 cm.

ISBN: 978-85-65088-00-8

1. Educação ambiental. 2. Gestão ambiental. 3. Universidade
de Brasília. I. Catalão, Vera Margarida Lessa. II. Layrargues, Philippe
Pomier. III. Zaneti, Izabel Cristina Bruno Bacelar.

CDU 37:502.31

Projeto de um veículo elétrico para apoio à coleta seletiva: uma experiência que une ensino, pesquisa e extensão

Dianne Magalhães Viana¹
Maria de Fátima Souza e Silva²

Resumo: A educação em engenharia no Brasil enfrenta desafios cada vez mais complexos: deve incentivar a inovação e ser inovadora, deve contemplar temas contemporâneos como a preocupação com o meio ambiente e simultaneamente proporcionar aos estudantes o desenvolvimento das chamadas competências transversais. Além disto, os conteúdos teóricos de cada disciplina devem ser apresentados nas realidades em que se inserem, ressaltando sua integração em contextos interdisciplinares, contemplando, assim, as transformações epistemológicas em curso. No artigo discute-se o enfrentamento destes desafios a partir de um estudo de caso realizado quando da criação de um ambiente de aprendizagem que oportuniza aos estudantes de engenharia o desenvolvimento do projeto de um veículo elétrico para apoio à coleta seletiva de resíduos sólidos no campus Darcy Ribeiro da UnB. Os procedimentos adotados para a criação do ambiente de aprendizagem são apresentados, bem como os resultados obtidos. Observou-se a potencialidade de tal ambiente em termos de geração de conhecimento, educação ambiental e tecnológica, desenvolvimento pessoal dos participantes e potencialidades advindas da interdisciplinaridade.

Palavras-chave: Aprendizagem orientada por projeto, veículo elétrico, coleta seletiva, tecnologia social

1. Introdução

Silveira declarou em seu trabalho que “a escola de engenharia é vista hoje como um ambiente não só de discussões de questões técnicas, mas também de temas

¹ Engenheira Mecânica, mestre em Engenharia Mecânica, doutora em Engenharia Civil, professora adjunta do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Tecnologia da UnB.

² Engenheira Civil, licenciada em Matemática e Física, mestre em Engenharia Civil, doutora em Engenharia de Produção, professora adjunta do Curso de Engenharia Automotiva da UnB.

sociais afetando e gerando os novos processos produtivos” (SILVEIRA, 2005). Também ainda segundo este autor, “a universidade enfrenta ao mesmo tempo a internacionalização de seu ambiente de formação de mentes” e a entrada de estudantes que mal completaram uma deficiente educação de nível médio. Neste sentido, a educação em engenharia vem encontrando desafios cada vez mais complexos. Em primeiro lugar, deve incentivar a inovação e ser inovadora, deve desenvolver novas metodologias de ensino e formação, deve contemplar temas contemporâneos como a preocupação com questões sociais, com o meio ambiente e simultaneamente proporcionar aos estudantes o desenvolvimento das chamadas competências transversais.

Na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (FT/UnB), durante o processo de discussão dos projetos pedagógicos dos cursos de engenharia, em eventos organizados pela então criada comissão de reforma curricular, durante o ano de 2006, sobrevieram propostas para implantação de projetos de síntese e integração de conhecimentos, seguindo as orientações das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia do Conselho Nacional de Educação. Estas propostas, apresentadas na ocasião por um dos grupos de estudo, foram delineadas considerando seus marcos conceituais, situacionais e operacionais (SOUZA e VIANA, 2009). Um aspecto comum às propostas consistiu na adoção de abordagens conhecidas como PBL (*problem based learning*) e PLE (*project led education*) ou aprendizagem baseada em problemas e ensino baseado em projetos. Tais abordagens revelaram-se como recursos necessários para complementar a formação profissional dos estudantes, tanto por contextualizar conhecimentos adquiridos em disciplinas teóricas, como por possibilitar a inclusão de aspectos sociais, econômicos e ambientais sob a forma de temas transversais, ou por simular situações a serem vivenciadas no futuro ambiente de trabalho. Pressupôs-se ser uma forma dos estudantes se beneficiarem de um meio de aprendizagem propício ao desenvolvimento de habilidades e competências usualmente pouco frequentes em disciplinas tradicionais.

Com este propósito, no primeiro semestre letivo de 2007, no curso de Engenharia Mecânica, foi realizada a primeira experiência de um projeto integrador envolvendo cerca de 120 alunos matriculados em quatro disciplinas. A formalização da atividade como disciplina ocorreu no primeiro semestre de 2008, quando pôde ser incorporada à matriz curricular do curso, designada por Projeto Integrador 1.

Nesta disciplina é criado um ambiente de aprendizagem baseado no desenvolvimento de um projeto interdisciplinar, cujo tema é escolhido a partir de uma prospecção junto às empresas, órgãos públicos, comunidades da região, que

venha a caracterizar necessidades que envolvam conhecimentos relacionados às atividades de engenharia e a integração com o meio ambiente e a sociedade. Outras disciplinas, escolhidas conforme o tema do projeto a ser desenvolvido, são agregadas a esta. Os professores participam da organização das ações e avaliação dos resultados e os alunos participam na forma de executores dos projetos. Os grupos executores são heterogêneos, formados por alunos advindos de diferentes disciplinas e diferentes semestres. Palestras são utilizadas para formação complementar e motivação.

A metodologia de aprendizagem baseada em projetos adotada foi aperfeiçoada com as experiências da aplicação desta a cada semestre. Passou-se a envolver estudantes e professores de outros cursos de engenharia e de outras áreas, na medida em que os temas de projeto foram se tornando cada vez mais amplos.

Em janeiro de 2010, foi proposto como tema de projeto integrador o desenvolvimento de um projeto de veículo elétrico para apoio à coleta seletiva de resíduos sólidos. Tal proposta, no entender das autoras, contemplava em boa medida a complexidade a que vem sendo desafiado o ensino de engenharia e resultaria em um laboratório para se refletir questões relativas à educação em engenharia. Para a estruturação da disciplina ao longo do semestre, foram planejadas as condições necessárias para a criação de um ambiente de aprendizagem adequado.

O objetivo aqui é apresentar os procedimentos adotados para a criação deste ambiente de aprendizagem, bem como os resultados obtidos e sua análise em termos de geração de conhecimento, educação ambiental e tecnológica, desenvolvimento pessoal dos participantes e potencialidades advindas da interdisciplinaridade.

Desta forma, na primeira parte do texto são apresentadas as categorias teóricas envolvidas no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem, entre elas, a própria denominação adotada para a disciplina, o tema do projeto a ser desenvolvido, as disciplinas participantes, a definição das atividades a serem realizadas, a formação dos grupos executores. As principais referências para o desenvolvimento deste apoio teórico foram a tese de doutorado de Santana (2009) e os trabalhos desenvolvidos na Universidade do Minho (LIMA *et al*, 2005, HATTUN-JANSSEN e VASCONCELOS, 2007). Outras referências teóricas utilizadas ao longo da estruturação do ambiente de aprendizagem surgiram à medida que o projeto do veículo elétrico foi avançando. Na segunda parte do texto é apresentada a metodologia utilizada e os métodos aplicados para o alcance dos objetivos propostos neste artigo. Finalmente, na última parte do texto são apresentados os resultados obtidos em termos de integração entre ensino, pesquisa e extensão.

2. Referenciais Teóricos

Ao longo dos anos novas tecnologias surgiram e novas técnicas de ensino também. Porém, colocá-las em prática exige uma organização pedagógica, administrativa e técnica a qual vem sendo buscada por professores do departamento de Engenharia Mecânica desde 2007 (VIANA *et al*, 2008 e 2009). As exigências destas mudanças passam a ocorrer em função do aumento exponencial do conhecimento humano e do surgimento contínuo de novas tecnologias sofisticadas que exigem uma preparação dos profissionais para atuar no mercado com ágil capacidade de inovação e interação.

Santana (2009) considera que atualmente os currículos dos cursos de engenharia devem ser mais flexíveis, com foco em habilidade e competências ao contrário do anterior que era baseado em conteúdos e carga horária.

A abordagem apresentada por Kolb (1997) foi utilizada como um referencial para o marco conceitual do ambiente de aprendizagem estruturado. Nesta abordagem, o autor considera a necessidade dos aprendizes desenvolverem tipos diferentes de habilidades, quais sejam: a de se envolver completa, aberta e imparcialmente em novas experiências; refletir sobre essas experiências e observá-las a partir de diferentes perspectivas; criarem conceitos que integrem suas observações em teorias sólidas em termos de lógica; e usar essas teorias para tomar decisões e resolver problemas.

Ainda, o enfoque dos grupos operativos tal como proposto por Pichon Reviere foi relevante para a diferenciação entre tarefa e objetivos do grupo. Desta forma, foi entendido o veículo elétrico como a tarefa a ser realizada pelo grupo e os objetivos a seguir listados foram definidos a partir desta distinção.

O delineamento do objetivo geral da estruturação do ambiente de aprendizagem foi realizado na medida em que os diferentes referenciais teóricos adotados vinham sendo agregados ao projeto de forma a expressá-lo como sendo: trabalhar o conhecimento como processo mais do que como resultado e produto, vivenciando a indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão. Os objetivos específicos foram:

- a. Identificar mecanismos para integração dos elementos curriculares da formação em engenharia;
- b. Incentivar a aprendizagem compreensiva dos conteúdos, mais do que sua memorização;
- c. Desenvolver as relações entre professor e aluno baseadas em parcerias;

- d. Variar e ativar metodologias;
- e. Realizar avaliações na análise do processo, dos alcances e da reorganização das ações.

O desenvolvimento do projeto do veículo demandou a integração de conhecimentos específicos dos cursos de Engenharia Elétrica, Mecânica e Mecatrônica. Assim, serviram de base teórica para o estudo os conteúdos das disciplinas: Máquinas Elétricas, Conversão de Energia, Instrumentação de Controle, Mecânica dos Materiais, Projeto de Máquinas, Desenhos de Máquinas, Materiais de Construção Mecânica, entre outras.

Também para o estabelecimento do marco conceitual utilizou-se o conceito das tecnologias sociais, na medida em que o projeto pretende contribuir com os seguintes aspectos: melhoramento das técnicas locais de coleta seletiva, adaptação de tecnologia moderna ao meio ambiente e às condições da comunidade, fomento da pesquisa científica e tecnológica para identificar e resolver problemas imediatos. A idéia inicial consistia em propor um desenvolvimento a partir de dentro de uma comunidade envolvida no processo e não por intervenção externa. Aspectos econômicos, organizacionais e políticos relacionados às centrais de coleta seletiva de materiais recicláveis levaram à proposta de um projeto piloto dentro do *campus* Darcy Ribeiro em um primeiro momento.

Referências quanto às questões relacionadas à coleta seletiva em si, no âmbito legal, administrativo, econômico e ambiental foram assumidas: no âmbito legal, o decreto presidencial nº 5.940, de 25 de outubro de 2006, que instituiu a coleta seletiva nos órgãos e entidades federais e a sua destinação às associações e cooperativas de catadores; no âmbito administrativo, as demandas específicas do *campus* Darcy Ribeiro que levaram à criação de um Centro de Gestão de Resíduos Sólidos a ser efetivado por meio do Grupo de Trabalho em Gestão Compartilhada de Resíduos Sólidos – formado por representantes dos novos *campi* (Planaltina, Ceilândia e Gama), do Núcleo da Agenda Ambiental da UnB (NAA), do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), do Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (CDT), da Prefeitura do *Campus* e da Central de Cooperativas de Materiais Recicláveis do Distrito Federal e Entorno (CENTCOOP-DF). Ainda, no âmbito econômico e ambiental, foram assumidas referências quanto aos aspectos relativos à economia de recursos naturais e também ao aproveitamento destes.

Abordagens relativas à organização do trabalho como leiaute da central, percurso do veículo e raio de ação, procedimentos de coleta e seleção, uso de

equipamentos – entre outras próprias da área de ergonomia –, foram consideradas na definição dos requisitos do veículo a ser construído. Outra área de conhecimento própria da engenharia de produção importante no contexto dos estudos foi a pesquisa operacional, que propiciou analisar as necessidades sobre quantidade de carregadores de baterias a serem disponibilizadas nos pontos de abastecimento e a definição do percurso otimizado por meio do desenvolvimento de algoritmos apropriados.

Estudos sobre veículos elétricos são a referência teórica comum a todos os participantes, sendo o elemento teórico integrador por apresentar orientações sobre modalidades, limitações, histórico de experiências anteriores no Brasil e no exterior, conhecimentos sobre o estado da arte da tecnologia, suas limitações e possibilidades ao estudo no seu todo, nas partes e na relação entre elas.

Além das referências teóricas expostas até aqui, por se tratar de uma experiência de educação em engenharia, estudos sobre este enfoque também foram delineadores de orientações teóricas visando a superar o método tradicional de ensino baseado em aula expositiva, a qual dá ao aluno a condição de ouvinte e ao professor a de responsável pelo processo de ensino-aprendizagem. Este modelo de ensino está perpetuado nas escolas de engenharia do país desde que elas foram criadas, tendo sido implementado pela inexistência de condições para a formação de professores na área pedagógica e os poucos recursos tecnológicos disponíveis. (SOUZA, 2007).

A estrutura teórica apresentada neste item e os aspectos metodológicos expostos a seguir foram tomados como elementos do marco conceitual adotado para o desenvolvimento do ambiente de aprendizagem aqui apresentado.

3. Metodologia

Para a estruturação da metodologia da pesquisa, partiu-se dos princípios da pesquisa-ação uma vez que todos os envolvidos no ambiente de aprendizagem são também seus estruturadores. O método de pesquisa empregado para o desenvolvimento continuado da pesquisa consistiu na consideração de duas etapas principais, a saber: a estruturação do ambiente de aprendizagem e a sua análise. Estas etapas vêm ocorrendo simultaneamente.

Um ponto que as autoras consideram relevante é que para a estruturação do ambiente de aprendizagem, além do que já foi apresentado até aqui, houve uma preocupação em integrar os princípios do método científico com os princípios do processo de desenvolvimento de produtos de Engenharia. Assim, foram

consideradas, para o desenvolvimento do produto, quatro principais etapas: a elaboração da proposta de solução, o desenvolvimento da solução, o plano de implementação e monitoramento da solução e a aplicação do plano de implementação e monitoramento da solução. Assim, preservando os princípios do método científico e simultaneamente garantindo aos estudantes a oportunidade de vislumbrarem a completude do projeto e vivenciarem suas partes no semestre em que estavam participando da disciplina, no primeiro semestre foi proposta a solução para o problema baseada em aspectos teórico-conceituais a ele pertinentes e estabelecidas as metas para a solução. No segundo semestre foi desenvolvido o projeto. No terceiro semestre será desenvolvido o protótipo e, no quarto, a realização de sua aplicação e análise, completando o ciclo previsto em projetos técnico-científicos.

Nesta perspectiva, uma primeira condição foi estabelecida para o desenvolvimento do projeto, a qual consistiu em criar um ambiente de aprendizagem favorável.

Antes de iniciarem-se as matrículas dos alunos na disciplina Projeto Integrador 1, foram feitos os contatos iniciais com os professores especialistas nas áreas técnicas envolvidas no desenvolvimento de um veículo elétrico. Estes contatos visavam a envolver os professores com a tarefa, como também contar com a colaboração deles na divulgação do projeto entre os alunos matriculados em suas disciplinas e na realização da orientação aos alunos. Pela metodologia da disciplina Projeto Integrador, os alunos matriculados nas disciplinas que servem de apoio técnico ao desenvolvimento do produto a ser projetado são nelas avaliados pelos resultados obtidos naquela. As atividades pedagógicas e de organização da disciplina são de responsabilidade dos professores coordenadores e colaboradores do projeto.

Paralelamente, foi realizado contato com especialista na aplicação da técnica dos grupos operativos para atuar como facilitador na montagem da equipe e como tutor durante a execução do projeto.

Um aspecto relevante para apoio à formação de um ambiente de aprendizagem favorável foi a existência de um projeto de extensão de ação contínua (VIANA, 2009) junto ao Decanato de Extensão e um fator motivador consistiu na submissão do projeto ao edital do PROEXT MEC/SESu visando a obter recursos para a construção do protótipo do veículo elétrico. Durante a elaboração da proposta do projeto foram realizados os contatos com o Grupo de Trabalho de Resíduos Sólidos. O objetivo era envolver a comunidade acadêmica com a proposta e facilitar as atividades futuras dos estudantes com vistas a levantar os requisitos necessários ao projeto para adequação e bom desempenho do veículo.

A partir do estabelecimento das condições mínimas para a criação de um ambiente de aprendizagem favorável, foi marcado o primeiro encontro com os estudantes que participariam da disciplina Projeto Integrador no primeiro semestre de 2010. A aprovação do projeto de extensão junto ao decanato e sua seleção no âmbito do edital do PROEXT também possibilitaram engajar estudantes extensionistas ao projeto, oportunizando a participação de alunos de outros cursos que não os de engenharia.

Na primeira reunião do grupo foram realizadas dinâmicas visando à apresentação dos participantes e o levantamento de seus interesses pessoais com a participação no projeto.

Na disciplina Projeto Integrador 1, foi desenvolvida a etapa do projeto denominada por proposta de solução, que se caracterizou por um estudo exploratório. Neste estudo foram realizados os levantamentos de informação junto à comunidade e a identificação dos requisitos de desempenho necessários ao veículo elétrico, a definição da estrutura do veículo, o projeto preliminar e a seleção dos elementos que iriam constituir-lo. Os resultados das atividades previstas foram apresentados em forma de relatórios parciais e final. Como regra, os relatórios parciais são entregues em seções denominadas pontos de controle, na qual uma banca formada por professores especialistas de várias áreas tem a função de realizar a avaliação. Os pontos de controle são realizados ao longo do semestre com intervalos de aproximadamente um mês entre eles a partir do final do primeiro mês de atividade. Esta etapa do projeto foi concluída no final do primeiro semestre do ano de 2010. Os aspectos avaliados são relacionados ao mérito técnico da solução apresentada e às habilidades ditas transversais apresentadas pelo grupo como um todo e pelos alunos individualmente.

Na disciplina Projeto Integrador 2, foi desenvolvida a etapa de detalhamento do projeto, realizada a partir das soluções propostas pelos alunos do primeiro semestre. Nesta etapa, foi definida a solução mais adequada para a construção do protótipo. Seu início ocorreu em outubro de 2010, quando novamente foram estabelecidos contatos prévios com os professores das disciplinas que iriam dar suporte técnico ao desenvolvimento do projeto do veículo elétrico para o planejamento da disciplina. Por conseguinte, ocorreram mudanças na equipe de professores responsáveis – com a inclusão de duas disciplinas de apoio: Projeto de Máquinas 2 e Materiais de Construção Mecânica 2 – e mudanças na equipe de projeto para incluir os novos estudantes advindos destas disciplinas. Estas alterações tiveram por intuito fortalecer o projeto mecânico do veículo para viabilizar a construção do protótipo.

Estudantes que participaram da etapa anterior e continuaram no projeto como extensionistas voluntários tiveram como incumbências transmitir o desenvolvimento e os resultados já obtidos aos novos estudantes e atuar na gestão do projeto e da equipe. No que diz respeito à metodologia de avaliação da disciplina Projeto Integrador 2, foram mantidos os pontos de controle, a entrega de relatórios e a banca de professores especialistas.

Na reestruturação da equipe de projeto formaram-se novos grupos com a responsabilidade do projeto das partes específicas do protótipo, do desenvolvimento dos planos de teste e da adequação do uso do veículo ao processo de coleta seletiva em curso no *campus* Darcy Ribeiro da UnB.

4. Resultados obtidos

Os resultados e produtos obtidos até o presente momento podem ser agrupados em três categorias: conhecimento gerado, desempenho dos alunos e atividades acadêmicas desenvolvidas.

Quanto ao conhecimento gerado, o relatório final dos alunos traz os seguintes parágrafos (COSTA, 2010 e ORRICO, 2011):

A primeira fase do trabalho consistiu em uma pesquisa sobre a teoria que envolve carros elétricos, estruturas e dinâmica veicular dentro da literatura disponível sobre o assunto, sendo que, dentro destes temas, o de mais difícil obtenção foi o material sobre estrutura veicular. Esta pesquisa teve por objetivo fazer com que os membros da equipe adquirissem o embasamento teórico necessário para desenvolver as outras etapas do trabalho.

Esta fase também incluiu uma pesquisa sobre os carros elétricos utilizados para carga que existem atualmente no mundo. Sendo observadas as especificações de cada um e comparando-as com as do nosso projeto.

Os itens investigados e atualizados para o problema em estudo foram: materiais recicláveis no *campus* Darcy Ribeiro – quantidade, tipo, forma; pontos de carga e descarga de materiais recicláveis; percurso presumido do veículo e otimização de percurso, cálculo da força de tração e do torque do motor, geometria geral do veículo, disposição dos componentes no veículo; dimensões do veículo e sua estrutura básica; sistema de controle para um motor CC; eletrônica embarcada (computador de bordo) para veículo de coleta seletiva, propostas de automação para carga e descarga do material reciclável. Além disto, os estudantes elaboraram uma lista bibliográfica das fontes pesquisadas e organizaram um repositório de informações técnicas.

Em adição aos conhecimentos na área de engenharia, os estudantes do curso de Desenho Industrial contribuíram com a elaboração de uma logomarca para o projeto e apresentaram croquis de possíveis formas finais a serem assumidas pelo veículo.

Também foram realizados estudos e simulações com a colaboração de especialista em pesquisa operacional – sobre número de baterias, tempo de chegada dos veículos para abastecer e tempo de espera – visando a definir a quantidade de carregadores necessários para recarregar as baterias dos veículos nos prováveis pontos de abastecimento.

O desempenho dos estudantes foi avaliado com base em resultados quantitativos (tarefas realizadas) e qualitativos (resultados alcançados, cumprimento dos objetivos estabelecidos). O texto apresentado no relatório final contribuiu no julgamento qualitativo deste desempenho. Na introdução do trabalho escreveram:

O projeto de um veículo elétrico para transporte de materiais recicláveis do *campus* da Universidade de Brasília oferecido pela disciplina “Projeto Integrador” criou uma oportunidade dos alunos dos cursos de engenharia elétrica, mecânica, mecatrônica, desenho industrial e serviço social vivenciarem as relações e o ambiente para a busca de um propósito coletivo.

Neste microambiente, os alunos tiveram que se organizar e vivenciar a experiência de elaboração de projeto. Colocaram os seus conhecimentos à prova e suas habilidades de relacionamento interpessoais e emocionais, que são fatores primordiais no ambiente de trabalho.

Puderam também ter contato com as ferramentas de gestão de projeto e ampliar sua visão profissional e socioambiental, sentir as fases de nascimento e maturação de um trabalho coletivo. Além disso, puderam ser provocados e estimulados a realizar uma contribuição ambiental e social a partir de suas áreas de formação. Visualizar a interação entre áreas conexas e o papel de sua profissão junto das outras.

Assim, este relatório é fruto dos esforços somados de diferentes visões em busca de único ideal, gerando impacto positivo não só para os alunos, mas também trazendo um retorno direto à sociedade e ao meio ambiente.

Na conclusão do relatório final os estudantes apontaram:

A disciplina de Projeto Integrador foi oferecida este semestre com uma proposta mais ousada do que as anteriores, com o intento de reunir alunos de várias Engenharias para desenvolver o projeto de um veículo elétrico para coleta seletiva no *campus* da UnB. O projeto inicialmente teve vários focos, ampliando a visão dos alunos para questões que não só envolvem problemas de matemática e física, mas principalmente questões ambientais e sociais.

Antevendo as complexas relações que o trabalho exigiria, a equipe de alunos conseguiu modificar o requisito da proposta inicial de formar vários grupos que teriam vários projetos diferentes e passaram a formar um único grupo de alunos desenvolvendo um único projeto. Com um maior número de integrantes na equipe, foram montados subgrupos com áreas específicas do projeto possibilitando uma maior dedicação a cada uma delas.

... Inicialmente os alunos da Mecânica ficaram responsáveis por realizar um estudo de viabilidade do veículo elétrico na UNB. Fizeram várias pesquisas sobre o funcionamento e a tecnologia envolvida em veículos elétricos, bem como suas mais variadas aplicações na sociedade e na indústria. Todo esse trabalho foi apresentado no primeiro ponto de controle. Logo após esta apresentação o grupo se dividiu nos seguintes subgrupos: motor, baterias, dinâmica e estruturas, controle e integração.

Em seguida, por solicitação dos grupos de motores e baterias, o grupo de dinâmica e estruturas se concentrou em determinar qual o torque e a potência o motor deveria possuir.

e fizeram um depoimento:

O maior problema foi quando começamos a nos concentrar na parte de estrutura do veículo, assunto que nós não dominávamos e não sabíamos por onde começar. Devido a esta situação, no início nos concentramos na teoria sobre projetos de veículos elétricos e veículos terrestres em geral, principalmente na parte de projeto estrutural destes veículos. Além disso, nos encontramos com vários professores, buscando uma orientação sobre qual maneira conduzir melhor o trabalho. Só então percebemos que deveríamos retomar as fases iniciais de projeto, que são as fases de pesquisa e de *brainstorm*.

Depois que estas fases foram retomadas, pudemos ter uma visão mais ampla do projeto e assim prosseguir no desenvolvimento das atividades. Sabemos que não cumprimos com os prazos iniciais, mas o cronograma inicial foi elaborado sem uma noção de como o projeto funcionaria.

Já definimos quais serão as próximas atividades do grupo de dinâmica e estruturas. Seria muito interessante aumentar o número de pessoas deste grupo devido à grande abrangência desta área, uma vez que os trabalhos aumentarão consideravelmente.

Percebemos ao longo do semestre que este é um projeto onde todas as áreas estão extremamente interligadas e que não é possível tomar decisões isoladamente. As escolhas de um grupo afetavam diretamente outro grupo, tornando o processo bastante complexo. Quando a equipe percebeu isto, passou a organizar reuniões conjuntas entre os subgrupos relacionados, o que promoveu uma integração muito grande da equipe, representando uma experiência muito importante para todos os membros.

As atividades acadêmicas realizadas, tomadas como produtos resultantes do projeto e abertas à comunidade foram: palestras sobre trabalho em equipe, gestão do processo de projeto de produtos de engenharia, e sobre aspectos

técnicos e organizacionais do projeto em si; visita técnica ao metrô; curso sobre ferramentas de apoio a gestão de projetos.

5. Análise dos resultados

Os objetivos específicos foram alcançados à medida que foi possível delinear uma nova forma para os elementos curriculares da formação em engenharia. Na disciplina foram tratadas simultaneamente diferentes áreas de conhecimento integradas na tarefa de projetar um veículo elétrico. Foi possível contextualizar as demandas deste veículo de acordo com a sua aplicação futura, supô-lo de diferentes formas, estudar as possibilidades e fazer escolhas, além de ter possibilitado a interação entre as áreas de conhecimento e os participantes do projeto. Neste contexto, foi estabelecida uma referência para o desenvolvimento de disciplinas que podem ser apoiadas em projetos e também integrar diferentes áreas de conhecimento.

Ao longo da experiência não foram realizadas provas exigindo dos alunos a memorização. Simplesmente eles tomavam a iniciativa de direcionar suas leituras e utilizavam-nas para uma aprendizagem compreensiva dos conteúdos. Não há transmissão de conhecimento no formato tradicional, mas troca de saberes: dos estudantes ao investigarem e trazerem questões importantes no contexto do problema que procuram solucionar, dos professores ao orientarem as reflexões.

Quanto à avaliação do processo, abrangências e organizações das ações, pelo depoimento apresentado no relatório final e reproduzido no item anterior, fica evidenciada a sua ocorrência ao longo do processo vivenciado pelos estudantes.

Por fim, as autoras consideram que o ambiente de aprendizagem estruturado para o desenvolvimento de um veículo elétrico pode ser tomado como referência para a proposição de outros ambientes de aprendizagem nos quais os desafios aos estudantes podem ser, por exemplo, o estudo de fontes de energia limpa como as células de hidrogênio ou fotovoltaicas. O tema “Veículo elétrico para coleta seletiva” foi considerado motivador e contribuiu para o sucesso do projeto. Também abre possibilidade para realização de pesquisas visando a diminuir o impacto ambiental ao melhorar o desempenho do veículo no que diz respeito ao uso das baterias, materiais constituintes, ergonomia, sistema de abastecimento e tantas outras.

6. Conclusões

Em termos de metodologia de pesquisa, a experiência vem se consolidando como uma estratégia de pesquisa baseada na abordagem de pesquisa-ação, na qual os professores e estudantes participam como pesquisadores que atuam

diretamente no ambiente de aprendizagem em criação permanente. Em cada etapa do desenvolvimento do veículo são colocadas novas questões de pesquisa, proposições são confirmadas ou refutadas e o conhecimento vai sendo construído pela coletividade dos envolvidos no processo. Quando questões novas surgem são acionados outros agentes que contribuem para o processo, como foi o caso dos estudantes de desenho industrial, comunicação, serviço social, colaboradores desenvolvedores de rede social e de algoritmos matemáticos, bem como os especialistas em educação ambiental.

A experiência vivenciada aponta para a possibilidade de se realizar ensino, pesquisa e extensão de forma integrada através da estruturação de ambientes de aprendizagem abertos, não limitando a atuação do estudante a uma atividade específica e pré-definida. Um ambiente de aprendizagem como o que foi aqui estruturado possibilita o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe e capacidade de resolver problemas, requeridas para o desempenho das funções do futuro engenheiro. Sobre outro aspecto, também possibilita maior autonomia para estruturar as questões de pesquisa ao estudante que pretende se iniciar no campo de pesquisa científica uma vez que, durante o processo, este é capaz de perceber a necessidade das regras metodológicas, de financiamento, de formatação adequada. Deste modo, o ambiente de aprendizagem vai assumindo uma configuração de ambiente de aprendizagem baseado em pesquisa interdisciplinar, instigando, assim, maior atenção dos dirigentes acadêmicos para apoiar ações semelhantes.

Referências Bibliográficas

COSTA, G.M.D. *Desenvolvimento de um veículo elétrico para apoio à coleta seletiva – levantamento de requisitos e pré-projeto*. Brasília: Faculdade de Tecnologia da UnB. Relatório Técnico. 60 p. 2010.

HATTUM-JANSSEN, N.V., VASCONCELOS, R.M. *Project led education in engineering courses: competencies to include*. INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION – ICEE 2007. Coimbra, Portugal September 3 – 7, 2007.

KOLB, D.A. A gestão e o processo de aprendizagem. In: K. Starkey. *Como as organizações aprendem: relato do sucesso das grandes empresas*. São Paulo: Futura, 1997.

LIMA, R.M., CARVALHO, D., FLORES, M.A., HATTUM-JANSSEN, N.V. *“Ensino/aprendizagem por projecto: balanço de uma experiência na Universidade do Minho”*. In: VIII CONGRESSO GALAICO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 2005.

Anais do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga, 2005.

ORRICO, M. *Projeto de um veículo elétrico para apoio à coleta de materiais recicláveis no campus Darcy Ribeiro - UnB*. Brasília: Faculdade de Tecnologia da UnB. Relatório técnico. 114 p. 2011.

SANTANA, A.C. *Metodologia para aplicação da aprendizagem orientada por projetos (AOPj), como estratégia didático-pedagógica, com foco no desenvolvimento das competências transversais*. 2009. 163 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. UnB. Brasília, 2009.

SILVEIRA, M.A. *A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional*. Rio de Janeiro, PUC-Rio, Sistema Maxwell. 141p. 2005.

SOUZA e SILVA, M.F., VIANA, D.M., ROMARIZ A.R.S., DEL MENEZZI, C., BARBOSA, M. *Procedimento para definição do perfil de formação dos egressos a partir da percepção do corpo docente e discente*. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2007. Anais do COBENGE 2007, Curitiba, 2007.

SOUZA e SILVA, M.F. e VIANA, D.M. *Reflexões acerca da aprendizagem baseada em projetos como instrumento para desenvolver atitudes empreendedoras*. In: XXXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2009. Anais do COBENGE 2009. Recife, 2009.

VASCONCELOS, E.M. *Complexidade e Pesquisa Interdisciplinar: Epistemologia e Metodologia Operativa*. Rio de Janeiro, Vozes, 2002.

VIANA, D.M. *Projeto pedagógico - Curso de graduação em Engenharia Mecânica*. Brasília: Departamento de Engenharia Mecânica, 2007. 66 p. UnB. Proposta de projeto pedagógico, 2008.

VIANA, D.M., SOUZA e SILVA, M.F. *Projetos especiais de engenharia*. Brasília: Faculdade de Tecnologia, 2009. 15 p. Projeto de extensão de ação contínua, em andamento.

VIANA, D.M., SANTANA, A.C., SOUZA e SILVA, M.F., ABDALLA Junior, H. *The project-based learning as a tool for development of soft skills in engineering curricula*. In: 20TH INTERNATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING, 2009. Proceedings of the 20th International Congress of Mechanical Engineering, Rio Grande do Sul, 2009.