



APLICAÇÃO DO CONCEITO “PBL” NO ENSINO SUPERIOR EM TRANSPORTE TERRESTRE ENVOLVENDO CONCEITOS DE FÍSICA E RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Eik Tenório – eik.tenorio01@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Barueri

Rua Carlos Capriotti, 123

06401-136 – Barueri – São Paulo

Lílian Marques Silva – lilian.silva6@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Barueri

Mateus Louback Gonçalves – mateus.goncalves3@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Barueri

Volney Mattos de Oliveira – volney.oliveira@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de Tatuí

Rod. Mario Batista Mori, 971

18270-600- Tatuí – São Paulo

Resumo: *Este trabalho visa verificar a compreensão do ensino obtida durante a disciplina de física para Tecnologia/Engenharia em Transporte Terrestre ministrada com a utilização de uma ferramenta importante, o ensino de resolução de problemas (PBL). Este objetiva a compreensão da importância de fenômenos, conceitos e técnicas relacionadas ao desenvolvimento de projetos tradicionais como a construção de pontes de macarrão. A nova proposta é a construção de pontes de papel, utilização de softwares usados para simular fenômenos físico-químicos envolvendo possíveis situações cotidianas. A avaliação da retenção dos conhecimentos é obtida através de exposição e funcionalidade do projeto, que para serem desenvolvidos necessitaram dos conceitos teóricos fornecidos ao longo do curso.*

Palavras-chaves: *resistência do papel, ensino por resolução de problemas (PBL), simuladores, pontes de papel.*

1 INTRODUÇÃO

A atualização das técnicas de ensino devem ser constantes. A evolução tecnológica e a facilidade de acesso às informações auxiliam os discentes a entender os fenômenos físico-químicos explicados pelos grandes cientistas da história. Novas técnicas de ensino são utilizadas através de programas implantados na área de engenharia/tecnologia para auxiliar o professor no desenvolvimento do processo de ensino. Os processos envolvendo estudos de casos e simuladores são bons exemplos de ferramentas auxiliares.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





Devido a necessidade do homem de compreender o mundo e controlar ou reproduzir as forças da natureza, em benefício próprio, fez com que os conceitos da física se desenvolvessem (HEWITT, 2002). A ciência que estuda as propriedades da matéria e as forças naturais pode ser uma das principais definições sobre a física (SERWAY, 2003). As equações matemáticas expressam fenômenos naturais. Isso distinguiu a física, a filosofia e a religião, que, originalmente, tinham como objetivo comum compreender a origem e a constituição do Universo (MACIAS, 2006). Os estudos sobre a matéria em seus níveis nucleares, subnuclear, atômicos e moleculares são parte dos estudos contidos na Física. É uma área tão vasta que aborda também os níveis de organização, ou seja, os estados sólidos, líquidos, gasosos e plasmáticos da matéria. O fundamento das quatro forças fundamentais: a gravidade (no que tange a força de atração exercida por todas as partículas presentes no Universo), a eletromagnética (no que refere-se a força que liga os elétrons ao núcleo), a interação forte (responsável pela desintegração de certas partículas - radiatividade) e a interação fraca (que conserva a coesão do núcleo) também são analisadas pela física. A física pode ser rudimentarmente dividida em teórica e experimental, ambas estudam as propriedades da matéria, assim como as suas transformações. A parte experimental da física estuda os fenômenos em condições laboratoriais com a probabilidade de reprodutibilidade. No que tange a parte teórica da física tem-se estudos sistêmicos sobre os resultados experimentais, estabelecendo relações entre conceitos e grandezas através de cálculos matemáticos antecipando fenômenos inéditos. Devido ao constante avanço dos *softwares* de simulação é possível obter-se uma indicação dos comportamentos dos fenômenos físicos estudados evitando, na maioria das vezes, catástrofes.

Na década passada, novas tecnologias geraram profundas mudanças no escopo da Engenharia, principalmente para as Engenharias: Química, Eletrônica, de Automação e de Transporte Terrestre. Nessas áreas, novas tecnologias, tais como a simulações e miniaturizações apareceram. Os cursos de Engenharia ainda são considerados como cursos de alto investimento devido a sua grande necessidade de laboratórios modernizados. A utilização de ferramentas educacionais de baixo custo se torna cada vez mais necessária. Além disso, atualmente dá-se ênfase em estudos que visem o desenvolvimento sustentável, principalmente no que diz respeito à preservação dos recursos naturais aliado ao melhor aproveitamento de energia e matéria-prima. Do mesmo modo, a simulação tornou-se uma forma de diminuir os custos. Dahm (2002) afirma que as simulações são sub-utilizadas e sugere que processos de simulações de projetos podem fazer parte do ensino. Segundo Silva (2006) o uso da simulação e de miniaturização não apenas minimiza o uso de insumos mas, também, colabora com o Desenvolvimento Sustentável.

A aplicação do estudo de caso (PBL - comumente definido em Engenharia como *Project Based Learning*) possibilita a resolução de problemas enquanto desenvolve outras habilidades, por isso torna-se de grande valia para a redução de resíduos e aplicação em ensino.

2 FINALIDADE DO CURSO

A Faculdade de Tecnologia de Barueri tem o compromisso de formar profissionais adequados às necessidades específicas do referido setor, Transporte Terrestre, preparando e capacitando profissionais com crescente autonomia intelectual, éticos, proativos, criativos,

Organização



Promoção





motivados e com conhecimento para facilmente se adequar às constantes mudanças, desenvolvimentos tecnológicos e de mercado consumidor, sempre voltados para o crescimento profissional e aprendizagem contínua.

Desta forma, os futuros profissionais terão a formação que lhes possibilitará a empreender seus próprios negócios ou, até mesmo, aplicar seus conhecimentos adquiridos em projetos e plantas de empresas já formadas.

Atualmente, o mercado de trabalho, exige um profissional altamente qualificado capaz de exercer as mais variadas funções dentro de sua área. O Tecnólogo/Engenheiro em Transporte Terrestre poderá exercer funções referentes à supervisão, assistência, gerenciamento, análise e coordenação dentro de uma mesma empresa pública/privada em diversos setores. Os mesmos poderão ocupar cargos, como exemplo, engenheiros/tecnólogos de tráfego; segurança no trânsito, projetistas de sinalizações rodoviária ou ferroviária, analista de impactos ao meio entre outros. Entretanto, para que tais funções sejam ocupadas com competência, os profissionais desta área devem estar aptos para definir e implementar estratégias mais adequadas para o desenvolvimento de projetos de sinalização, segurança, inspeção, assim como, diagnosticar possíveis falhas nos mesmos.

3 PERFIL DO PROFISSIONAL

O profissional egresso deste curso terá alto nível de especialização, será intitulado Tecnólogos/Engenheiros em Transporte Terrestre, e dominará tecnologias nas diferentes áreas cuja integração compõem tratar a questão da mobilidade urbana e a articulação de meios de transporte em vias urbanas, rodoviárias e ferroviárias que as viabilizem de forma sustentável e com qualidade de vida às pessoas; também podem elaborar e fiscalizar projetos de sinalização rodoviária e ferroviária. O escopo do curso é desenvolver competências profissionais e intelectuais que o insiram na realidade do mercado brasileiro um profissional capaz de superar intensas divergências sociais, econômicas e ambientais. Desta forma, tais profissionais terão uma visão dos progressos tecnológicos apontadas pelas contribuições e riscos que surgirão para o aperfeiçoamento do desenvolvimento da humanidade.

A capacitação destes profissionais deverá ser suficiente para que o mesmo assimile, integre e produza conhecimentos tecnológicos e científicos e na área de Transporte Terrestre, analisando criticamente a sociedade brasileira como um todo e as diversas formas de atuação do profissional Engenheiro/Tecnólogo, além de desenvolver as competências e habilidades necessárias ao desempenho de suas atividades profissionais específicas, como exemplo estudos sobre a mobilidade urbana e o meio ambiente, projetos para a articulação dos meios de transporte em vias urbanas, rodoviárias e ferroviárias, fiscalização de sinalização rodoviária e ferroviária etc. O conhecimento obtido em laboratório e em visitas técnicas permite que estes profissionais também possam prestar serviços junto às companhias de tráfego, companhias segurança no trânsito, companhias de sinalizações rodoviária ou ferroviária (horizontal e vertical), companhias ambientais e muito mais. Dentre as habilidades estão inclusas as administrações e execuções de trabalhos técnicos referentes à transporte terrestre; vistorias, perícias, avaliações, arbitramentos, laudos e pareceres técnicos referentes às áreas afetas; desempenho de cargos e funções técnicas específicas em sua área de graduação; atividades voltadas à análise, experimentação, ensaio e divulgação técnicas referentes ao campo da automação industrial.

Organização



Promoção





A grade curricular do curso permite a elaboração de orçamentos referentes a instrumentos e equipamentos para controle e fiscalização de projetos; execução de atividades de padronização, mensuração e controle de qualidade; fiscalização de obras; seleção de novas tecnologias levando-se em consideração características técnicas, humanas, econômicas, ambientais, vistorias, avaliações e laudos técnicos, dentro de seu campo profissional, podendo, ainda, exercer o ensino e a pesquisa tecnológica.

4 METODOLOGIA

O enfoque da disciplina de física é a aplicação da teoria com ênfase em mecânica oscilatória, bem como as aplicações tecnológicas em transporte terrestre no que refere-se a projetos geométricos de vias (RESNICK, 2009) (TIPLER, 2006). O enfoque da disciplina de resistência dos materiais é a aplicação da teoria com ênfase em vinculação das estruturas, definições e considerações gerais, graus de mobilidade e classificação das estruturas, esforços solicitantes e relações diferenciais, diagramas de esforços solicitantes, vigas isostáticas, pórticos e vigas Gerber, momentos de primeira e segunda ordem, centro de gravidade e momentos de inércia, momento torçor e flexão simples. Outras faculdades com o mesmo curso têm a mesma disciplina, entretanto, cada docente ministra o conteúdo programático a seu modo, em acordo com a ementa, resultando em diferentes índices de aprovação e aproveitamento do ensino.

A metodologia adotada nas disciplinas têm como base estudos de casos. Estas disciplinas sofreram algumas alterações desde a primeira turma devido adequação da turma, portanto não ocorreu nenhuma alteração significativa que faça com que os discentes percamos matérias e carga horária.

Os discentes, desde o primeiro dia de aula, tomam ciência de que o método de ensino, mesmo sendo uma matéria obrigatória, é um pouco diferente do tradicional, ensino por resolução de problemas (PBL). Os discentes também ficam cientes que terão que entregar e apresentar, no final do semestre, o desenvolvimento de um projeto funcional da construção de uma ponte de papel. Tradicionalmente, são solicitadas construções de pontes de macarrão, no entanto, estamos alternando os materiais para demonstrar que diferentes materiais trabalhados de forma corretas podem resultar em projetos de sucesso.

Esta matéria não necessita de pré-requisitos específicos para ser cursada. Durante o decorrer das disciplinas os alunos recebem as informações teóricas de como proceder para o desenvolvimento do projeto, bem como, são informados sobre referências (editais, artigos, sites etc) que podem auxiliá-los na construção da ponte de papel. Todos os alunos devem se arranjar em grupos (com número máximo de integrantes igual a cinco discentes) para trabalhar, e ficar responsável pelo cumprimento do cronograma, desenvolvimento da construção, anotação das etapas de projeto, simulações, materiais necessários, tecnologias empregadas, justificativas com relação ao tipo de material, estimativas de possíveis alterações de projeto/material/tecnologia etc. Os encontros “fora da sala de aula” se fazem necessários devido à demanda de trabalho. Além de todos estes itens mencionados, não poderíamos deixar de fora a questão de trabalho em equipe, divisão de tarefas, identificação de líderes, comportamentos estes que o mercado de trabalho exige dos profissionais.

4.1 Estrutura das Aulas

Organização



Promoção





As atividades são desenvolvidas em sala de aula, com uma preleção inicial abordando os procedimentos básicos, abordagem teórica sobre os parâmetros a serem analisados e a realização dos respectivos projetos. No primeiro dia da aula do curso é feita uma apresentação do professor e dos discentes. Tal apresentação tem como propósito verificar quais as expectativas dos alunos com relação à disciplina e mapear o perfil da sala para adequar o método de ensino de acordo com o conhecimento que os alunos têm. Também é exposto o conteúdo programático de cada disciplinas, a metodologia de ensino, o critério de avaliação e a bibliografia recomendada. É iniciada a divisão dos grupos para o desenvolvimento do projeto de construção da ponte de papel.

Os discentes se comunicam ao longo do curso para adequar as etapas e desenvolvimento do projeto, discutem os resultados obtidos gerando um relatório onde serão descobertas soluções, possíveis melhorias durante o projeto e novas técnicas de construção. As aulas são divididas em duas partes: os primeiros 2 (dois) meses são ministradas as aulas teóricas e nos dois meses seguintes são tratados estudos de casos. Após toda a teoria ser ministrada é dado início as aulas práticas onde os alunos continuam tendo as aulas teóricas, porém, a teoria agora é aplicada aos estudos de casos trazidos e a apresentação das pontes de papel e seus respectivos testes de resistência às cargas.

4.2 Avaliação

A disciplina possui a composição da média final de forma construtiva, ou seja, a cada dia de aula são aplicadas atividades que somadas formam 20% da nota da média final. As atividades são compostas de duas etapas: todos os dias em que tem aula são aplicadas atividades que devem ser feitas durante a aula e a outra parte das atividades devem ser feitas em casa. Nesta metodologia há fixação da matéria, além de ajudar ao aluno a criar o hábito de estudar, ajuda ao aluno ter uma linha de raciocínio durante os estudos. Antes das avaliações são dadas aulas de revisão com lista de exercícios contendo toda a matéria dada até o momento anterior à avaliação. Além disso, são feitas duas avaliações oficiais contendo a matéria dada que formam 40% da média final. Sendo ainda possível a aplicação de uma avaliação substitutiva e um exame para garantir que todas as chances foram dadas para os discentes atingirem a média.

Além destas atividades e avaliações são pedidos projetos de construção de pontes de papel para serem testados ao final do curso, na décima sexta (16^a) semana de aula, junto com um relatório com todas as etapas de execução do projeto. Esta avaliação compreende 40% da média final. Completando o ciclo das atividades avaliativas e a nota mostra-se construída ao longo do semestre.

As apresentações dos projetos refletiram a proposta inicial onde se mostraram suficientes para avaliar a capacidade do aluno de propor, administrar/gerenciar e consolidar projetos de forma bastante profissional, sendo relevante mencionar que houve o desenvolvimento de novas técnicas de construção de estruturas capazes de suportar grande quantidade de carga (massa) provando que os cálculos de forças e tensão são verdadeiramente úteis no desenvolvimento de projetos.



4.3 Projeto

O tema do projeto é a construção e o teste de carga de uma ponte treliçada, utilizando papel do tipo cartão e cola branca para papel. A ponte deve ser capaz de vencer um vão livre de 1 m, com peso não superior a 50 kg, uma adaptação do artigo de Gonzalez (2005). A construção da ponte deverá ser previamente simulada e analisada de acordo com as opções possíveis de tipos de pontes, também deverá ser entregue um relatório detalhado do tipo de ponte escolhida, assim como, de todas as etapas e com a estimativa da carga de colapso. O trabalho deverá ser realizado em grupo, sendo cada grupo formado por até cinco discentes. O objetivo principal do projeto é: motivar nos discentes o desenvolvimento de habilidades que lhes permitam aplicar conhecimentos e conceitos básicos de mecânica dos sólidos e resistência dos materiais para solucionar possíveis problemas de engenharia; incentivar a utilização de simuladores para resolução de problemas de engenharia; projetar estruturais simples; justificar seus dados obtidos no projeto em forma de apresentação escrita e oral; e trabalhar em equipe para a execução do projeto. Antes da construção da ponte faz-se a necessária simulação da estrutura de forma detalhada. Para simular todos os fenômenos envolvidos existem simuladores capazes de calcular pontes de treliça, tais como, *West Pont Bridge Designer 2004*, que foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil e Mecânica da Academia Militar de *West Point* (localizada nos Estados Unidos da América), uma excelente ferramenta para estudar o comportamento de treliças em pontes. Nele é possível desenhar a ponte e simular a passagem de veículos, em tempo real, também, pode-se observar as barras que ficam tracionadas e comprimidas através da diferenciação das cores permitida pelo simulador. Outro exemplo de simulador é o *FTool*, que é um simulador implementado pelo Ph.D. Luiz Fernando Martha, Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que permite analisar estruturas de barras no plano e fornece como resultados as reações, diagramas de esforços e de deslocamentos (MARTHA, 2010). O *MDSolids* é um simulador composto por diversos módulos que permitem a aprendizagem de mecânica dos sólidos, foi desenvolvido pelo Prof. Timothy A. Philpot (PHILPOT, 2012) da Universidade de Missouri (Estados Unidos da América), e neste simulador um dos módulos permite analisar treliças planas de maneira muito fácil e intuitiva. Outro simulador capaz de simular as treliças planas é o *Truss Analysis Wizard*, faz parte de um conjunto de programas do simulador *Mathematic for Technology*, desenvolvido por Eric Hiob do Departamento de Matemática do *British Columbia Institute of Technology*. Também existem as simulações de treliças em 3D site do Engenheiro Dattaraj Jagdish Rao.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Aprovação

Até o presente momento a disciplina foi ministrada para quatro turmas que atingiram a média mostrando grande interesse/participação na área. Devido ao alto nível de estresse que os discentes ficam antes de cada avaliação pode-se dizer que a avaliação não é um item que avalia o conhecimento real e empenho dos discentes. Por este motivo, a disciplina aproveita de forma mais ampla todo o conhecimento do adquirido através dos resultados apresentados



nas atividades que complementam a nota obtida nas avaliações. Mostrando que é possível associar o PBL e a avaliação continuada.

Observa-se que mesmo os alunos que não têm atividade profissional e/ou pré-conhecimento técnico a respeito da matéria ensinada conseguem absorver rapidamente a teoria e já visualizam como aplicar na prática, além de mostrarem atitudes proativas durante as aulas já na segunda semana.

5.2 Projetos

O uso do estudo de caso (PBL) permite que os alunos resolvam situações do cotidiano aplicando as técnicas ensinadas em sala de aula. Geralmente, em cada turma são formados de 6 grupos. Para iniciar cada projeto todos os alunos devem arranjar um grupo para trabalhar, onde todos ficarão responsáveis por administrar o cronograma, anotar todos os dados e etapas do projeto, assim como, indicar quais novas etapas que estão faltando para o término do projeto. Os discentes também são responsáveis por simular o projeto, escolher o material necessário e a tecnologia que será empregada.

Os discentes da disciplina em questão tiveram como resultado dos projetos desenvolvidos o desenvolvimento de pontes de papel capazes de suportar em torno de 65 kg.

A seguir pode-se observar algumas etapas dos projetos desenvolvidos. Usando 1 folha de papel cartão e cola branca para papel. Na Figura 1 observa-se o projeto da ponte de papel em Autocad®. Na Figura 2 observa-se as hastes da ponte secando para a montagem da ponte. Na Figura 3 observa-se a ponte que suportou mais carga, 65 kg.

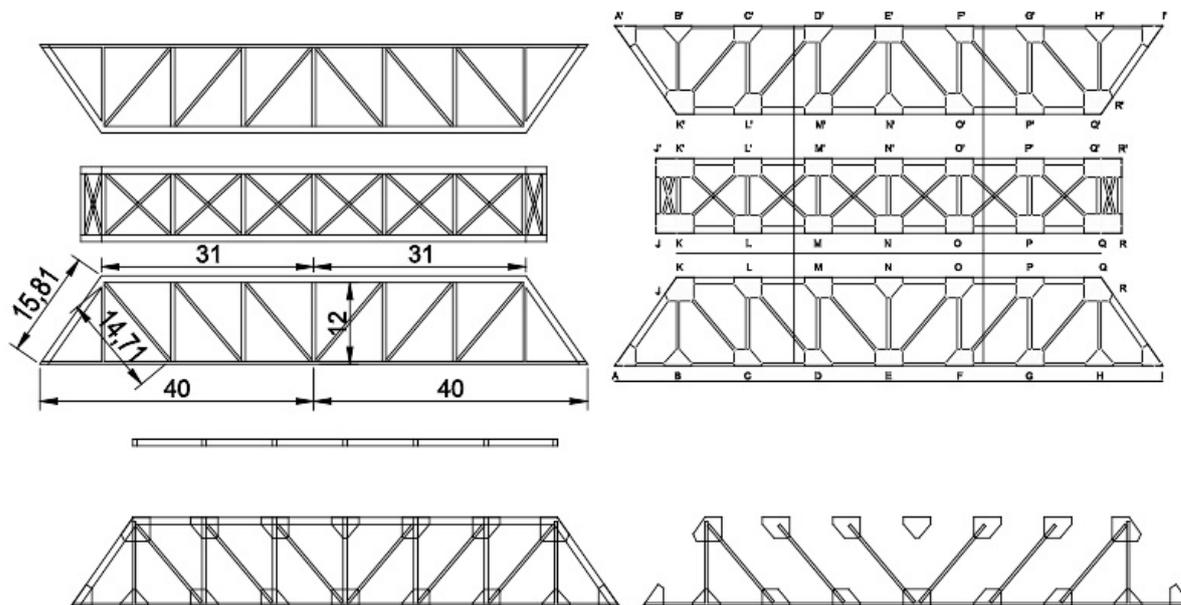


Figura 1 –Projeto da estrutura a ser construída.

Desenvolvido por: Mateus Louback Gonçalves.



Figura 2 – Construção das hastes da ponte secando para a montagem.

Desenvolvido por: Jean Carlos De Meira, Johni Xavier Leme, Nimai Sidharta de Souza.



Figura 3 – A ponte já pronta para teste.

Desenvolvido por: Jean Carlos De Meira, Johni Xavier Leme, Nimai Sidharta de Souza.

Mesmo que as geometrias adotadas não fossem as mais adequadas, a ponte que mais teve capacidade para suportar carga tinha o formato reto com hastes triangulares.

A construção da ponte é feita de peças denominadas como treliças, que são estruturas construídas com a sustentação baseada em triângulos consecutivos. Esse formato permite que existam somente dois tipos de forças internas na estrutura: as forças de compressão e de tração. Neste projeto foi construída uma ponte em pequena escala, feita de papel. O discente propõe o projeto e executa-o. O discente recebe a informação que o sucesso da sua ponte depende exclusivamente do capricho empregado no momento da construção. Posteriormente fez-se o teste de carga para confirmar se a mesma funcionou como seu projetista pretendia. Para melhorar a eficiência da construção das pontes de papel deve-se usar tirinhas para resistir à tração e tubinhos para resistir à compressão, considerando o diferente comportamento do papel quando solicitado a esses esforços (este material resiste bem à tração e mal à compressão) (Universidade de Federal de Juiz de Fora).

A cola para papel é outro fator muito importante na confecção da ponte, pois a cola branca é híbrida com água, na proporção de 1:1. Segundo uma pesquisa realizada em 1990, pela Universidade de Washington, que mediu o poder de adesão de várias colas, a cola híbrida misturada com água, na proporção 1:1, é a cola que aguenta maior força em um ponto colado, chegando a 7,9 libras, o equivalente a aproximadamente 3,7kg de peso em um ponto para levar ao rompimento. Esta cola também foi decidida como base no fator de afinidade com o papel, pois a cola branca tende a ter uma melhor afinidade, sendo que com água adicionada a sua composição tende a ter uma melhor penetração e junção. Assim, foi decidido usar um papel cartão com dois décimos de espessura, devido a presença de um polímero que está em sua composição (lignina), uma macromolécula que confere ao papel uma maior resistência, fazendo com que fique mais resistente quando se tiver várias camadas.

Decidido os materiais, foram escolhidas as ideias de como trabalhar a estrutura. Dessa forma, optou-se por trabalhar com várias lâminas com vazios e sem divisões das partes, utilizando-se um molde. Após alguns testes observou-se que cada face deveria ter oito décimos



de milímetros maior que a face anterior, sendo que cada peça teria quatro camadas (lâminas) de papel cartão. Nessas medidas já estariam inclusas espaços para a cola. Com isso todas as peças seriam perfeitamente encaixadas, diminuindo espaço entre elas a ponto de torná-las mais unidas e assim adquirindo maior resistência.

A construção foi realizada de forma continuada para que se chegasse ao resultado esperado. Assim, todas as peças foram desenhadas no Autocad® para obter-se uma melhor métrica e medidas precisas. Foi considerado também um novo fator na montagem, o tempo de secagem da cola e sua temperatura para melhor aproveitamento e obtenção da cura da cola. Então, as peças foram montadas em tardes quentes, uma camada por dia, sendo que a princípio era colado, e o resto do dia era passado um revestimento de cola com água, como uma espécie de tratamento de verniz, endurecendo suas partes. Depois de terminadas todo o conjunto, ainda foi passado cola duas vezes por dia em cada peça separadamente.

Na junção das partes e finalização foram coladas todas as partes, sendo que as faces laterais foram unidas em primeiro lugar, junto a sua camada protetora, que resultaria num melhor design e formato. Sempre era esperada a secagem e banhado em cola novamente por um determinado tempo. Então, foram coladas ambas as faces na camada externa da ponte e, finalmente, coladas às barras pequenas do topo e do solo.

Na parte que junta à maior barra do topo com a barra que desce em diagonal foi cortada formando dentes para melhor garantia de que não se soltassem.

E por fim foi colocado mais cola onde haveria maior probabilidade de gerar problemas, e após a secagem foi passado cola mais duas vezes ao dia por um período de quatro dias, encerrando o procedimento dois antes do teste de carga, garantindo uma boa qualidade da cura da cola com secagem e maior absorção da cola por parte do papel.

5.3 Equipes

Além da participação em massa de todos os discentes, o trabalho em grupo faz com que os discentes comecem a ter ideias em conjunto tendo que respeitar a opinião dos colegas assim como deverão fazer em seu local de trabalho. Também, torna possível a visualização de como será trabalhar em equipe, como deverá ser colocada a opinião mediante dos colegas de trabalho, como serão os possíveis conflitos, como lidar com trabalho sob pressão, como adequar técnicas e tecnologias etc. A troca de informação/conhecimento faz com que os alunos aumentem a sua “bagagem” intelectual. É possível observar a importância de ter opinião sobre novas tecnologias, materiais, equipamentos, simuladores, fato este que também incentiva os alunos a pesquisarem, a terem o raciocínio lógico e a trabalharem de forma sistêmica usando o conhecimento científico adquirido. Este item também possibilita a aprendizagem com relação a divisão de tarefas entre os colegas de trabalho e evidencia que o comprometimento das pessoas envolvidas no processo é fundamental, pois cada etapa depende da outra, e se uma não for cumprida à risca e no prazo todo o processo fica comprometido.

5.4 Simuladores

O uso de simuladores é bastante comum no desenvolvimento de projetos. Estes evitam o desperdício e gastos desnecessários, por isso, estão sendo amplamente usados nas empresas. Na disciplina em questão o uso do programa simulador, SolidWorks®, ajuda na visualização geral de como funcionará o projeto. Todas as etapas dos projetos devem estar relatadas no

Organização



Promoção





relatório final para que possam ser evidenciados os fatos que deram certo e os que deram errado. Para tanto, os alunos devem pesquisar diferentes projetos e compará-los em conformidade com suas tecnologias, materiais e formas, assim como a capacidade de suportar carga.

6 CONCLUSÃO

A primeira questão que os discentes se fazem sobre a matéria que está sendo dada é: “Onde vou usar isso?”. A grande missão do docente é demonstrar as aplicações para despertar o interesse no discente. Ao aplicar a metodologia de “PBL” fica mais fácil de mostrar onde serão aplicadas as teorias na prática. Usando esta metodologia observa-se um grande interesse em participar ativamente das atividades das disciplinas, o que indica que o método de ensino usado se mostra favorável. Devido à disciplina ser ministrada nos primeiro e segundo semestres do curso da faculdade, mesmo que o discente não tenha pré-requisitos específicos, as turmas possuem experiências de caráter prático de forma a aplicá-los durante as aulas enriquecendo-as com situações cotidianas. A demonstração da aplicação do estudo faz com que o discente veja quais serão as grandes possibilidades que ele terá em sua vida profissional.

A realização deste estudo de caso indica que o uso do (PBL) favorece a formação do raciocínio sistêmico nos discentes, sendo relevante mencionar que os discentes ficam motivados a procurar por novos casos para tentar solucioná-los. O desenvolvimento de novos trabalhos para a aplicação da teoria na prática fez com que todos alunos participassem resultando na aprovação de 98% dos alunos.

Os discentes apresentaram atitudes proativas que corroboram com a meta da matéria. Eles ficam mais interessados em trazer problemas para serem resolvidos, além de atuarem na forma de equipes auto gerenciadas. É importante observar que a maioria das soluções, inclusive para a construção e desenvolvimento das pontes de papel, foram encontradas pelos alunos.

Agradecimentos

Aos alunos da turma de Transporte Terrestre, noturno, turma de janeiro de 2016 (segundo semestre) pela dedicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAHM, K. D.; HESKETH, R. P. E SAVELSKI, M. J. Che Curriculum, Is Process Simulation Used Effectively In Che Courses? Che Division Of American Society for Engineering Education, Winter, **ASEE**, p. 192-198, 2002.

Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.cpgec.ufrgs.br/segovia/espaguete>. Acesso em: 15 mar. 2013.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





GONZALEZ, L. A. S.; MORSCH, I. B. & MASUERO, J. R. Didactic Games in Engineering Teaching – Case: spaghetti bridges design and building contest. Anais: 18th International Congress of Mechanical Engineering - COBEM 2005. Ouro Preto: MG, 2005.

MACIAS, A C; CRUZ, E H B; GUERRA, M L M. Sistema de Capacidades Físicas. Ícone, 2006. 288 p.

MARTHA, L. F. **Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos.** 1 ed., Campus Elsevier. 2010. 536 p.

PHILPOT, T. A. **Mechanics of Materials: An Integrated Learning System,** 3 ed., Hardcover. 2012. 912 p.

RESNICK, R; HALLIDAY D; WALKER, J. Fundamentos da Física - Mecânica. 8 ed., v. 1. LTC, 2009. 372 p.

RESSELER, Stephen J. Designing and Building File-Folder Bridges: A Problem-Based Introduction to Engineering. 2005.

SERWAY, R. A., JEWETT Jr, J. W. **Princípios de física: mecânica clássica.** 1.ed., v.1. Thomson Learning (Pioneira), 2003.

SILVA, M. L. P.; FURLAN, R.; RAMOS, I. Development of Miniaturized Structures and Setups for Research and Teaching of New Concepts in Engineering. **ICEE**, Puerto Rico, p. 3059, 2006.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G.. Física para cientistas e engenheiros: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. 5. ed., v.1. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

APPLICATION OF THE CONCEPT "PBL" EDUCATION FOR LEVEL SUPERIOR IN TERRESTRIAL TRANSPORT INVOLVING CONCEPTS OF PHYSICS AND RESISTANCE OF MATERIALS

Abstract: *This work aims to verify the understanding of the teaching obtained during the discipline of Physics for Technology / Engineering in Land Transport taught with the use of an important tool, teaching problem solving (PBL). This aims to understand the importance of phenomena, concepts and techniques related to the development of traditional projects such as the construction of noodle bridges. The new proposal is the construction of paper bridges, using software used to simulate physical-chemical phenomena involving possible everyday situations. The assessment of the retention of knowledge is obtained through exposure and functionality of the project, which in order to be developed required the theoretical concepts provided throughout the course.*

Key-words: *paper resistance, learning for problem solving (PBL), simulators, paper bridges.*

Organização



Promoção

