



OFICINAS DE CONSTRUÇÃO DE PONTES PARA DIFUSÃO DE CONCEITOS DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

Nathália Louise Giordani – nathilgiordani@gmail.com

Tatiana Renata Garcia – tatiana.garcia@ufsc.br

Carlos Maurício Sacchelli – carlos.sacchelli@ufsc.br

Susie Cristine Keller – susie.keller@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Engenharias da Mobilidade (CEM)

Campus Joinville

Rua Prudente de Moraes, 406

89218-000 – Joinville – SC

Resumo: *É de grande interesse e necessidade nacional, que a formação de Engenheiros nas mais diversas áreas seja acelerado e incentivado, pois mesmo havendo um crescimento de cursos nas áreas tecnológicas, ainda há um déficit muito grande desses profissionais. Este fato é comprovado pela observação dos graves problemas de infraestrutura enfrentados em nosso país. Visando a necessidade destes profissionais, a UFSC, criou um Projeto de Extensão que realiza oficinas, palestras e cursos com alunos de escolas públicas do ensino médio. O artigo mostra uma das oficinas do projeto, sobre Engenharia de Infraestrutura, com ênfase na Construção de Pontes, que tem como objetivo apresentar aos alunos uma breve explicação da teoria de pontes e suas aplicações. Para despertar mais interesse, ao final da apresentação foi fornecido aos alunos kit's de pontes, para que estes tomem conhecimento na prática sobre algumas pontes apresentadas. Na montagem realizada pelos alunos, é possível observar qual ponte é mais difícil de ser construída, qual a mais resistente e, qual se utiliza mais material. Na oficina foi possível observar que os participantes demonstraram grande interesse pelo tema trabalhado.*

Palavras-chave: *Engenheiros, Oficinas, Engenharia de Infraestrutura, Construção de Pontes.*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil forma por ano cerca de 26 mil engenheiros, sendo que mais da metade opta pela Engenharia Civil. Setores mais novos, como os da cadeia de petróleo, gás e biocombustíveis, são os que mais sofrem com a escassez desses profissionais. Na China, o número de engenheiros que entram no mercado por ano chega a 450 mil, contra 200 mil na Índia e 80 mil na Coreia do Sul. (TELLES, 2014)

Não é mais novidade, que nosso país passa por uma forte procura por profissionais de Engenharia, pois as empresas têm enfrentado diariamente dificuldades, e sentem a falta dos mesmos. Ao comparar a formação de profissionais do Brasil com qualquer outro país



desenvolvido verifica-se que ela é precária, e é um reflexo da deficiência na educação que o país tem em seu ensino fundamental, médio e superior. Comparando o Brasil com os países de renda média e alta, temos um dos piores índices de escolaridade superior de todo o mundo, o que dificulta uma futura boa formação. (TELLES, 2014)

O engenheiro é fundamental para a vida moderna, não sendo possível que um país se desenvolva sem este profissional. Em uma cidade, vários sistemas são necessários, tais como o de esgoto, energia elétrica, água, suas rodovias entre outros. A busca de melhores soluções para uma infraestrutura eficiente é sempre perseguida. O anseio por novas tecnologias para as construções, para solucionar os gargalos das grandes cidades e melhorar o sistema de saneamento visam tornar a vida da população melhor. (SANTO, 2014)

Com o intuito de promover e divulgar diversas áreas da Engenharia um projeto de extensão do Centro de Engenharias da Mobilidade, da Universidade Federal de Santa Catarina, no campus Joinville realiza palestras e oficinas nas escolas de ensino médio da cidade. Este artigo apresenta o projeto, sendo a Engenharia de Infraestrutura, através de oficinas de construções de pontos, o foco deste trabalho.

A seção 2 deste trabalho faz uma reflexão sobre a importância da Engenharia de Infraestrutura para o país. A seção 3 abordará as Pontes, apresentando conceitos sobre a teoria, origem, pontes famosas no Brasil e no mundo. Na seção 4 será demonstrado como foi desenvolvida a oficina e serão apresentados os resultados obtidos da avaliação feita pelos alunos.

2. IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA PARA O PAÍS

A Infraestrutura é um conjunto de atividades e estruturas da economia de um país que servem de base para o desenvolvimento de várias operações, principalmente, para o desenvolvimento econômico do mesmo. Sem ela, as empresas não conseguem evoluir de forma adequada seus negócios, o que pode encarecer os produtos no mercado interno e principalmente no externo, prejudicando os consumidores, e dificultando as exportações. (BICALHO, 2010)

Até décadas atrás, a Infraestrutura Brasileira era desenvolvida exclusivamente por investimentos públicos, a partir da década de 90 foi realizada a privatização e parcerias com o setor público e privado, fazendo com que grandes empresas nacionais e internacionais investissem no Brasil. Fazem parte do conjunto de Infraestruturas de um país: Portos, Aeroportos, Rodovias, Ferrovias, Rodoviárias, Usinas de Energia, Sistemas de Comunicações, Rede de Distribuição de Água e Tratamento de Esgoto, Sistemas de Transmissão de Energia, ou seja, sem esses sistemas teríamos uma cidade considerada com baixo nível de desenvolvimento. (BICALHO, 2010)

Vários são os elementos fundamentais para uma boa integração da Infraestrutura Brasileira. Os Portos possuem a movimentação de grãos, óleos vegetais, mercadorias e pessoas. Para esse terminal o auxílio do Transporte Marítimo e Hidroviário é fundamental, modais que usufruem de mares, rios e lagos, e são amplamente utilizados no comércio internacional. (FIESP, 2014)

Os Aeroportos são responsáveis pelo fluxo de mercadorias de alto valor agregado, pequenos volumes, urgência de entrega, além de serem mais rápidos e seguros. Os custos com estocagem, embalagem e seguro são menores, e também é um meio mais viável para

transporte de remessa de amostras, brindes, bagagem desacompanhada, partes de peças de reposição e mercadorias perecíveis. (FIESP,2014)

No Brasil, a infraestrutura Rodoviária é a mais utilizada devido à simplicidade de funcionamento e por existir uma malha muito extensa e de fácil acesso aos locais. Muitas rodovias apresentam um estado ruim de conservação e aumentam o custo de manutenção dos veículos rodantes, sendo um fator negativo. Outro contraponto é que esse transporte apresenta uma menor capacidade de carga e maior custo operacional comparado ao ferroviário e hidroviário. (FIESP, 2014)

As Ferrovias transportam quantidades maiores de carga, sendo mais baratas, pois não estão sujeitas a risco de congestionamentos. Porém não é um transporte ágil e não possui tantas vias de acesso quanto o rodoviário. (FIESP, 2014)

Mesmo o Brasil possuindo uma infraestrutura precária em relação a outros países desenvolvidos, é possível observar na Figura 1 o quanto é investido na iniciativa privada, com concessões planejadas de infraestrutura. (CAPB, 2014)

Investimentos em concessões planejadas	R\$ bilhões
Logística	242,0
Rodovias 	42,0
Ferrovias 	91,1
Portos 	54,6
Trem de Alta Velocidade (TAV) 	35,6
Aeroporto 	18,7*
Energia Elétrica 	148,1
Petróleo e Gás 	80,0
Total	470,1

* Englobando aeroportos regionais.

Figura 1. Investimentos em concessões (CAPB, 2014)

3. PONTES

As pontes são estruturas que facilitam a travessia de barreiras. São usadas em sua maioria para atravessar grande quantidade de água, como rios largos, mares, ligar cadeias de ilhas, atravessar estradas movimentadas, vincular um prédio para outro, carregam automóveis, trens, pedestres, tubulações e canais de água. As possíveis variações de pontes são: pontes de cargas, ponte de pedestres e ponte de dutos. Essas estruturas são constituídas por estímulos físicos, as cargas (viva, morta, de carga e circundante) e esforços (compressão, tração, flexão, torção e cisalhamento). Cada um dos conceitos citados é apresentado a seguir, e foram extraídos do material de apoio para professores disponibilizado no kit K'NEX® Education (KNEX, 2014).

Carga Viva: é o peso do tráfego sobre a ponte. Este peso (carga) gera uma força para baixo sobre a ponte, o projeto deve distribuir essa força para as fundações ou equilibrá-lo com uma força de oposição.



Carga Morta: Peso da própria estrutura da ponte. Engenheiros tentam minimizar esta carga, tornando a estrutura mais leve possível.

Choque de Carga: Trens e caminhões pesados produzem um grande impacto (ou choque) ao atravessar pontes em alta velocidade.

Carga Circundante: Fatores ambientais, como ventos fortes, neve acumulada, terremotos, podem criar uma carga adicional para a ponte.

Compressão: quando se aplica uma força no mesmo sentido do interior da peça, havendo redução de uma de suas dimensões, a axial, e um aumento da seção transversal desse mesmo eixo.

Tração: quando é aplicada uma força dirigida para o sentido exterior da peça e em sentidos opostos, fazendo com a peça se alongue no sentido da força e fique mais fina, com menor seção transversal. Aqui também o volume deve permanecer constante.

Flexão: A flexão é um esforço físico onde a deformação ocorre de forma perpendicular ao eixo do corpo, e paralelamente à força que nele atua, sendo os esforços mais importantes que atuam em uma ponte.

Torção: Age na estrutura quando ela sofre efeito de torque e uma força resistente. As deformações causadas em uma peça que sofre essa força são deslocamentos angulares de uma seção em relação a outra.

Cisalhamento: É um tipo de tensão gerado por forças aplicadas em sentidos iguais ou oposto, em direções semelhantes, mas com intensidades diferentes no material analisado. Essa força "desliza", "corta".

As primeiras pontes que se tem relato surgiram de forma natural com a queda de tronco de árvores sobre rios e lagos, eventualmente feitas de pedras. Cipós e cordas auxiliavam na construção das mesmas, e eram usadas devido à necessidade de o homem buscar alimentos, abrigo e se locomover. As primeiras pontes que se tem notícia são as Romanas, e a primeira teria sido construída no Tibre no ano 621 a.C., feita de estacas de madeira e chamada de Pons Sublicius. Com o surgimento da Idade do Bronze iniciou-se a construção de pontes de pedra, e posteriormente muito utilizada, a ponte em arco. Na Idade Média aparecem pontes com as mais diferentes finalidades: Militares, Comerciais, Residenciais ou mesmo Espirituais. (ITTI, 2011)

Com o advento da Revolução Industrial, no século XIX, foram desenvolvidos sistemas de armações em ferro-forjado para pontes mais largas, mas o ferro dificilmente possuía a força de tensão suficiente para suportar as grandes cargas das recém-inventadas locomotivas a vapor. A invenção de novos métodos de fabrico do aço, que tem uma maior força de tensão, permitiu a construção de pontes mais aptas para estas novas necessidades. Atualmente

generalizou-se o uso do concreto e do aço, e começou-se a construir pontes com grandes vãos, o que torna possível ultrapassar obstáculos até então dificilmente superáveis. Um bom exemplo é o vão de 1995 metros conseguido na ponte suspensa de Akashi-Kaikyo, no Japão. (BROWN, 1993)

A Figura 2 mostra exemplos de pontes famosas e modernas encontradas em vários lugares do mundo (BROWN, 1993).



a) Ponte Hercílio Luz - Brasil



b) Ponte Estaiada Octávio Frias - Brasil



c) Ponte Torre de Londres - Reino Unido



d) Ponte Golden Gate - Estados Unidos



e) Ponte Gateshead Millennium - Reino Unido f) Viaduto de Millau - França

Figura 2 – Exemplos de pontes.

4. OFICINA

Algumas propostas pedagógicas diferenciadas têm sido realizadas em cursos de graduação em engenharia visando a motivação e ampliação dos conceitos trabalhados em sala de aula, como por exemplo, as competições de pontes como descrito em Tozzi *et al* (2011). Outras propostas realizadas para divulgar e incentivar jovens do ensino médio estão descritas em Santos *et al* (2012).

Visando esclarecer e demonstrar alguns temas que são abordados na Engenharia, foi proposto o Projeto de Educação em Tecnologia e Mobilidade (PETM), que visa trabalhar com palestras, oficinas e cursos. Os assuntos tratados são voltados para as áreas das engenharias que são ofertadas no campus da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Joinville. O objetivo é despertar o interesse nos jovens e adolescentes, para que os mesmos futuramente ingressem em uma faculdade de Engenharia, já que o Brasil passa por um sério déficit de Engenheiros de todas as áreas, como já citado anteriormente.

Este artigo em questão trata de uma oficina sobre construção de pontes. O objetivo desta atividade é difundir conceitos relacionados à Engenharia de Infraestrutura. Através de uma apresentação breve e ilustrativa é discutido primeiramente o que é uma ponte, para que serve e sua utilidade. Após, segue-se uma explicação básica de quais são as cargas e forças que atuam nas pontes, um pouco da origem e história de como as primeiras pontes surgiram e quais os povos que mais se beneficiaram com elas. Por fim, é apresentado aos alunos curiosidades sobre as pontes mais famosas do mundo e também sobre as mais atuais.

Após a apresentação sobre as pontes, segue-se para a atividade prática onde é entregue aos alunos kits K'NEX® Education (kits em forma de blocos). Com os kits é possível montar diferentes tipos de pontes: Ponte Feixe (Curto Espaço e Longo Espaço), Ponte Treliçada (Warren Truss, Baltimore Truss, K-Truss), Ponte Balanço, Ponte Basculante, Ponte em Arco (Arco embaixo, Arco em cima, Arco no meio), Ponte Suspensa, Ponte Estaiada (Torre Simples, Torre Dupla). Os kits contam com manuais para montagem das pontes, mas os alunos do ensino médio contam com o auxílio de bolsistas do projeto para realização da

atividade. As pontes montadas pelos alunos foram: Warren Truss, Ponte Basculante, Ponte de Arco no meio e a Ponte Estaiada de Torre Dupla. As Figuras 3 à 7 apresentam momentos das oficinas realizadas por alunos do ensino médio.

Os alunos se mostraram interessados pela atividade e realizaram várias perguntas enquanto a montagem era feita. Com a atividade os alunos puderam observar, mesmo que superficialmente, qual ponte é mais fácil de construir, qual é mais difícil, qual vai mais material, vivenciando ludicamente a realidade enfrentada na construção das pontes reais.



Figura 3. Oficina de Montagem das Pontes



Figura 4. Montagem das Pontes

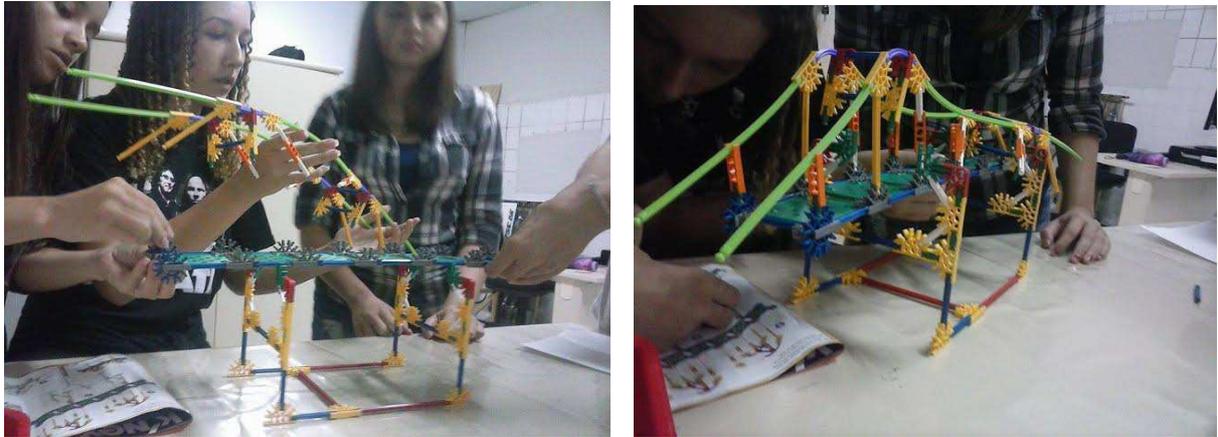


Figura 5. Montagem das Pontes

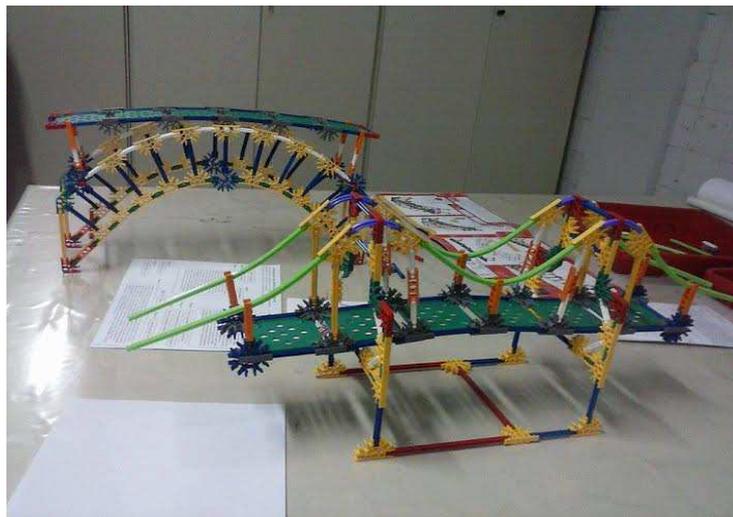


Figura 6: Pontes Finalizadas



Figura 7: Alunos e Bolsistas que participaram da oficina

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois da realização das atividades (palestra e atividade prática) com os alunos do ensino médio é solicitado que eles respondam um breve questionário de avaliação. As perguntas realizadas abordam aspectos de: 1) Tempo de realização da oficina, 2) Modelo de Apresentação, 3) Atratividade, 4) Contribuição para o aprendizado, sendo a avaliação feita considerando uma escala de 1 a 5 (sendo 5 excelente).

Na figura 8, observam-se os resultados da pesquisa, onde as médias das notas foram: 4,07 para o tempo de realização; 4,38 para o modelo de apresentação; 4,46 para a atratividade; e 4,15 para a contribuição para o aprendizado.

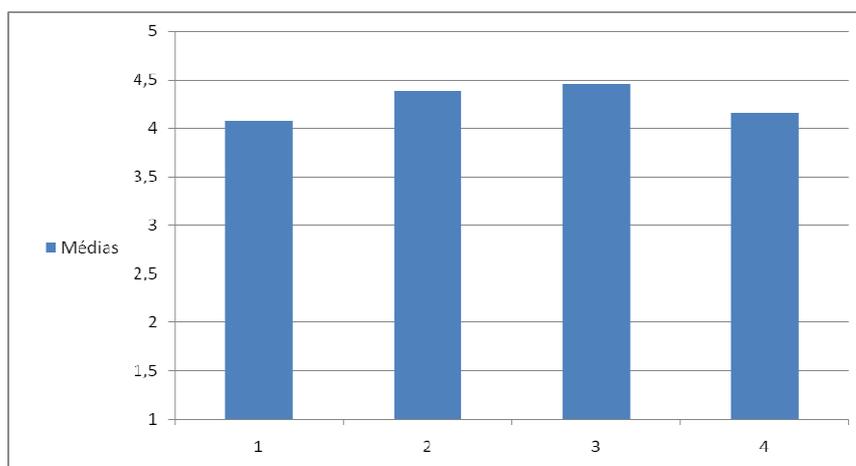


Figura 8. Resultado do questionário de avaliação da atividade



Baseado nas respostas dos alunos é possível observar que a oficina teve um resultado satisfatório. O objetivo de difundir o conhecimento e aumentar o interesse pela engenharia através de uma atividade lúdica foi alcançado, mostrando assim, que o projeto PETM nas escolas está tendo um bom resultado, o que pode atrair esses alunos para a área da Engenharia futuramente.

Agradecimentos

Os integrantes do projeto agradecem as escolas de Joinville por disponibilizarem seu tempo e sua infraestrutura, aceitando contribuir para esse projeto. Agradecem também ao CNPq com o apoio através do edital Meninas da Ciência e a CAPES pelo apoio através do projeto Novos Talentos.

6. REFERÊNCIAS

BICALHO, Ronaldo. Perspectivas do investimento em infraestrutura. Rio de Janeiro: Editora Synergia, 2010.

BROWN, David. Bridges. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.

CAPB - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Notícias de Mercado**. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/concessoes-em-infraestrutura-devem-atrair-r-4701-bilhoes-em-investimentos>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

FIESP. **Modais de Transporte**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/transporte-e-logistica/modais-de-transporte>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

ITTI – Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura, 2011. História das pontes. Disponível em: <<http://www.itti.org.br/portal/imprensa/297-historia-das-pontes.html>>. Acesso em: 15 out. 2013.

KNEX Education. Disponível em: < <http://www.knex.com/doc/pdf/knex-education/>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

SANTO, V. M. F. **Engenharia Civil**. Disponível em: <<http://www.rieli.com.br/profissao/pb33.htm>>. Acesso em: 06 mar. 2014.

SANTOS, K.P.; SILVA, D. B. L.; BARROS, B. R.; AMORIM, J. A. Exposição de Engenharia e Tecnologia (ETEC): Um Meio para Despertar o Interesse dos Estudantes pela Engenharia. Anais: XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém: UFPA, 2012.



TELLES, M. **Brasil sofre com a falta de engenheiros.** Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao6/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf>. Acesso em: 06 de Março de 2014.

TOZZI, M. J. ; PRAVIA, Z. C.; GRISA, A.M.C. ; KRIPKA, M. ; MELO, O. S. Relatos de Casos e Experiências na Educação em Engenharia. In: Engenharia em Movimento. 1ed. Brasília: ABENGE, 2011, v. 1, p. 64-99.

BUILDING BRIDGES WORKSHOPS TO DIVULGE INFRASTRUCTURE ENGINEERING

Abstract: *It is very important and also a national need to develop skills in the engineer courses to accelerate and encourage them to work in this area because there are not enough professionals. For this problem UFSC created an Extension Project with workshops, lectures and courses activities with students from public high schools. The article shows one workshop of the project on Infrastructure Engineering, with emphasis on Building Bridges, which aim to provide the students a brief explanation of the theory of bridges and their applications. For motivation at the end of the presentation was provided to each group of students a bridges kit's so that they learn practicing on some bridges presented. In this activity is possible to understand which bridges are more difficult to be built, which ones are the most resistant, and which use more material. In the workshop it was observed that the participants showed great interest in the subject worked.*

Key-words: *Workshops, Engineering Infrastructure, Building Bridges..*