



RELEVÂNCIA DO “CONCURSO III - TORRE DE PALITOS DE MADEIRA” PARA O DISCENTE DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Fernando J. R. Mascarenhas – fer.jr.resende@hotmail.com
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas campus Barreiro)
Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200
30640-070 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Anderson de Oliveira – anderson160293@gmail.com
Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200
30640-070 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Resumo: *Com o intuito de desenvolvimento de metodologias de aprendizagem que tornem o ensino da Engenharia Civil mais dinâmico, atrativo e prático, competições universitárias estão sendo desenvolvidas. O “Concurso III – Torre de palitos de Madeira” promovido pela PUC Minas é um exemplo da aplicação da metodologia. O objetivo do concurso é a competição entre trios de estudantes, dois alunos da universidade e um aluno do ensino médio, na execução e rompimento de uma torre de palitos de picolé seguindo inúmeros critérios estabelecidos em edital. Para a confecção do projeto, informações e conhecimentos adquiridos em algumas disciplinas, tais como Desenho Arquitetônico, Resistência dos Materiais e Estática das Estruturas, são fundamentais; ficando evidente a interdisciplinaridade que surge desse tipo de competição. O concurso promoveu experiências distintas daquelas do ambiente de classe. A capacidade de resolver desafios e raciocínio analítico foi desenvolvida nos participantes, além do desenvolvimento do trabalho em equipe, organização e a capacidade de questionar. Percebe-se também que esta sistemática é uma ferramenta de criação de profissionais motivados e inovadores.*

Palavras-chave: *Metodologias de aprendizagem, Ensino de engenharia, Competições universitárias.*

1 INTRODUÇÃO

Há muitos anos tem se discutido acerca das metodologias de ensino-aprendizagem nos cursos de graduação em Engenharia Civil. Parte substancial das discussões refere-se à necessidade cada vez mais notória de se convergir aquilo que é lecionado em salas de aulas com atividades práticas que apliquem tais informações lecionadas.

De acordo com o PET Civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR) (2016), dentre as várias discussões relevantes acerca dos métodos de ensino-aprendizagem atualmente empregados, citam-se a precária infraestrutura de laboratórios, a forma como os recursos tecnológicos são incorporados nesses métodos, a atualização que os docentes devem fazer em



busca de métodos pedagógicos contextualizados, além da falta de grades curriculares que proponham a aplicação prática daqueles conhecimentos teóricos advindos das salas de aula.

Dentre as ações que as Instituições de Ensino Superior (IES) têm tomado para tornar mais dinâmico, interessante e prático o ensino nos cursos de Engenharia Civil, destacam-se as competições universitárias nos diferentes níveis. Essas competições têm se tornado realidade cada vez mais comum nos cursos de engenharia brasileiros, uma vez que permitem que se tenha uma melhor compreensão dos conteúdos lecionados (PET CIVIL DA UFPR, 2016). Ademais, esses tipos de competições são dinâmicas e bastante estimuladoras para os estudantes fazendo com que eles se empenhem nas disciplinas que envolvam o concurso (PET CIVIL DA UFPR, 2016).

As disciplinas de Resistência dos Materiais, Estática das Estruturas e outras afins da área de estruturas têm a possibilidade de se tornarem mais interessantes e mais bem compreendidas pelos estudantes se as mesmas contarem com atividades práticas que permitam a conversão de suas informações teóricas.

Neste âmbito, este artigo discorrerá sobre a contribuição do “Concurso III – Torre de Palitos de Madeira”, realizado no segundo semestre de 2016, pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), para a melhor compreensão dos conteúdos das disciplinas da área de estruturas na perspectiva de dois discentes participantes.

2 A COMPETIÇÃO

O “Concurso III – Torre de Palitos de Madeira” foi idealizado pelo Departamento de Engenharia Civil da PUC Minas, no ano de 2015 e “compreende a avaliação de um protótipo de uma torre, executada com palitos de madeira (para picolés) e ligados com cola” (IPUC, 2016, p. 1). Além disso, “o protótipo deverá resistir a uma determinada carga aplicada de forma crescente, para avaliação do seu desempenho estrutural” (IPUC, 2016, p. 1).

A competição tem sido realizada semestralmente na universidade e sempre acontece durante a Mostra Tecnológica do IPUC. Segundo informações da PUC (2017):

A Mostra Tecnológica do IPUC é um momento de interação, articulação, integração entre empresas, futuros engenheiros, profissionais do ramo, comunidade acadêmica, escolas de ensino médio e técnico e sociedade em geral. Contempla semestralmente a exposição e divulgação de produtos, tecnologias e serviços de empresas dos diversos segmentos da engenharia e apresentação da produção acadêmica e científica do Instituto Politécnico da PUC Minas (IPUC) (PUC, 2017).

O concurso tem como público alvo os discentes de graduação em Engenharia Civil da PUC Minas campus Coração Eucarístico, Barreiro, Praça da Liberdade e São Gabriel. Os grupos são formados por dois estudantes “regularmente matriculados no curso de engenharia civil e um aluno de qualquer escola de ensino médio ou fundamental de Minas Gerais” (IPUC, 2016, p. 1).

A competição tem como objetivos incentivar que os discentes de graduação em Engenharia Civil façam análises mais acuradas acerca do “comportamento de materiais sob a ação de carregamento”; estimular o desenvolvimento criativo e a investigação de técnicas para se calcular estruturas treliçadas; criar um laço conectivo entre o que é lecionado em salas de aula e a aplicação prática; além de criar uma rede de troca de informações (IPUC, 2016, p. 1).



Dentre as normas para confecção da Torre, citam-se que a torre deve ser feita apenas com palitos de picolé (de madeira) e cola branca, ambos fornecidos pela comissão organizadora; a torre não pode ter massa superior a 400 gramas; “a seção transversal da torre, ao longo de todo

seu comprimento, deverá ter a sua projeção inscrita em um círculo de diâmetro igual a 200 mm”; a torre obrigatoriamente deverá ter altura entre 490 e 500 mm contendo uma plataforma horizontal em seu topo de ao menos 100 cm² para que se possam colocar os pesos no momento de teste da torre; por fim, “não será permitida a pintura ou revestimento da torre, de modo que os palitos sejam mantidos na condição original (IPUC, 2016, p. 2-3).

Ainda de acordo com as informações contidas no Edital:

- A Nota Final de cada equipe participante será composta pelos valores da Carga Ruptura, da Massa da Torre e da Nota Estética, conforme fórmula a seguir:

$$\text{Nota Final} = \left(\frac{\text{Carga de Ruptura}}{\text{Massa da Torre}} \right) \times \text{Nota Estética}$$

- A Nota Estética será um conceito entre 0,8 e 1 atribuída pela comissão avaliadora;
- Em caso de empate da nota final de duas ou mais Torres, será considerada a torre mais leve como critério de desempate. Se ainda persistir o empate, será considerada a de melhor Nota Estética. (IPUC, 2016, p. 5).

3 CONFECÇÃO DA TORRE

A confecção da torre partiu de dois pré-projetos, cada um elaborado por um dos estudantes. Nessa fase, fez-se uma análise cuidadosa dos itens e limitações dispostos no Edital, para que se pudessem determinar os esboços dos dois pré-projetos. Essa etapa de investigação e análise é de suma importância para a confecção da torre, pois o diálogo e as questões que surgem dela só são possíveis por meio das conexões e assimilações conjuntas e coordenadas dos diversos conhecimentos adquiridos no curso. Para Barbeta e Schuetze (2009), nesse momento a construção dos novos conhecimentos dá-se por meio do estabelecimento de vínculos entre os conhecimentos prévios e, por se tratar de uma atividade em trio, é de fundamental importância que tais vínculos sejam consolidados pela cooperação, mobilização, engajamento e comunicação entre os discentes participantes “e favorecendo o desenvolvimento da responsabilidade e da autonomia nos momentos de conflitos e tomadas de decisão” (BARBETA; SCHUETZE, 2009, p. 3-4).

Não obstante, deve-se estar claro para os estudantes o motivo e as implicações reais e possíveis de estarem realizando aquilo. Portanto, a motivação que deve se fortalecer em função da expectativa de produzir algo concreto com uma funcionalidade real e que será avaliado no âmbito de uma competição (BARBETA; SCHUETZE, 2009, p. 3-4).

O Conselho Nacional de Educação, da Câmara de Educação Superior, órgão ligado ao Ministério da Educação, explicita que o curso de graduação em Engenharia Civil no Brasil deve fornecer ao futuro profissional determinadas habilidades e competências para que o mesmo exerça a profissão da melhor forma possível. Além disso, “deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso” (BRASIL, 2001, p. 2) e que o profissional seja capaz de “aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; projetar e conduzir experimentos e interpretar





resultados; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos” (BRASIL, 2001, p. 1).

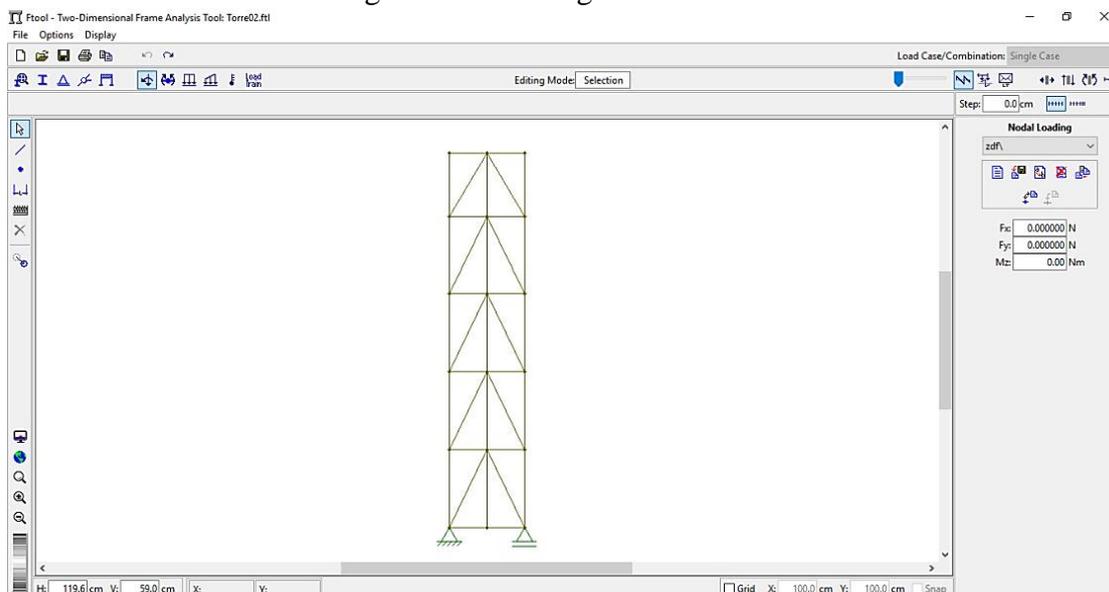
Para a confecção de ambos pré-projetos, levou-se em consideração a arquitetura do mesmo e as disposições construtivas de cada um que propiciassem a execução daquele que fosse escolhido como o mais eficiente possível. Em outras palavras, a forma que os palitos de picolé seriam dispostos, bem como a quantidade a ser utilizada em cada barra da torre, para que se obtivesse a maior resistência, o menor peso próprio e o menor tempo de confecção, obedecendo critérios do Edital.

Devido às características da etapa explicada acima, é possível observar que uma gama de informações e conhecimentos são requeridos. Desde algumas disciplinas do ciclo básico, como Desenho Arquitetônico e Cálculo, até aquelas mais específicas, como Resistência dos Materiais e Estática das Estruturas.

O estudo das disciplinas de estruturas nos cursos de graduação em Engenharia Civil apresentam-se, na maioria das vezes, como predominantes em relação às demais. Muitas instituições de ensino superior estruturam o estudo dos conteúdos referentes à área de estruturas por meio de disciplinas como “Isostática, Teoria das Estruturas, Análise Estrutural, Estática das Estruturas e Cálculo Estrutural” (BLOG REFORMAR, 2011). Significativa quantidade de profissionais de Engenharia Civil especializa-se na área de estruturas, seja para projetar e/ou construir estruturas, os quais são denominados engenheiros estruturais (MARTHA, 2010). Logo, a engenharia estrutural lida com o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção “de sistemas estruturais para transportes, trabalho e lazer” (MARTHA, 2010, p. 10).

Ainda nesta etapa, fez-se a análise estrutural em duas dimensões (2D) de ambos os pré-projetos utilizando os *softwares* Ftool e SAP2000. Considerações da resistência do material, tais como módulo de elasticidade e rigidez, e as dimensões dos palitos de picolé foram consideradas. Feito isso, determinou-se a projeto da torre a ser executado na competição e a Figura 1 mostra uma das quatro faces da torre modelada no Ftool. Faz-se importante ressaltar que todas as quatro faces da torre possuem a mesma configuração da mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Modelagem 2D no Ftool

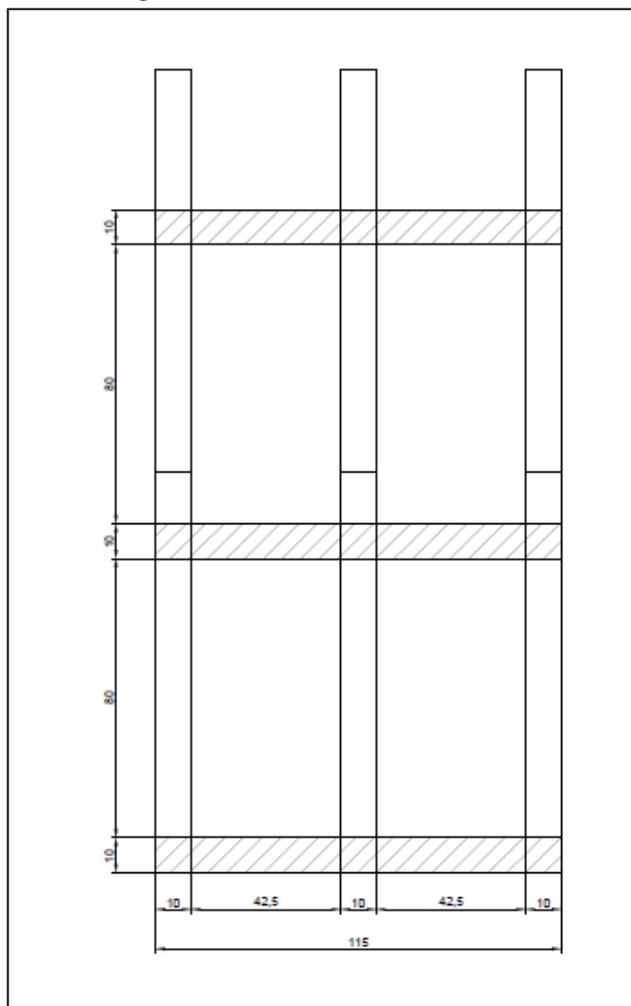




A confecção da torre deu-se nos dias 04 e 07 de novembro de 2016, entre as 14h e 22h no ateliê do prédio de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas, no campus Coração Eucarístico.

Para auxiliar a montagem e colagem dos palitos de picolé, imprimiu-se moldes feitos no *software* AutoCad, conforme a Figura 2.

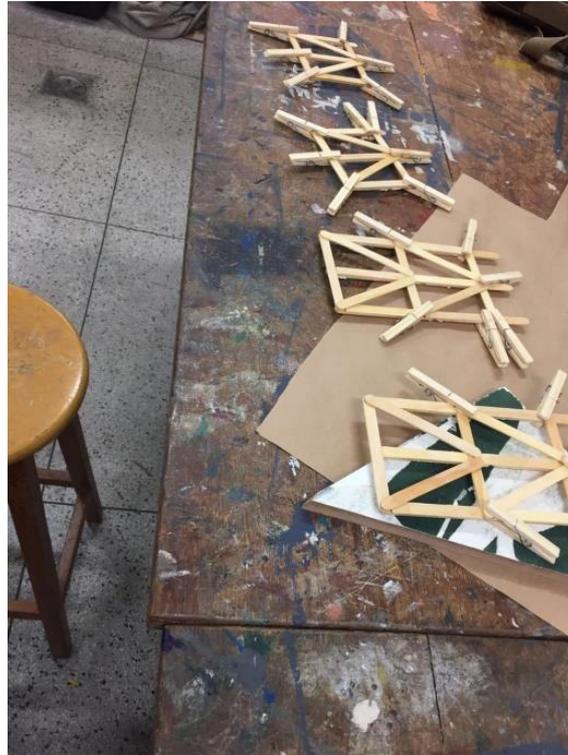
Figura 2 – Molde 2D no AutoCad



A montagem da torre deu-se pela colagem dos palitos de todos os primeiros níveis de todas as faces, em seguida os segundos e assim sucessivamente até o último nível. Para ajudar na fixação dos palitos com cola branca, conforme permitido pelo Edital do Concurso, utilizou-se secador por 45 segundos em cada nó e o deixou secar com o auxílio de prendedores, como pode ser visto na Figura 3.



Figura 3 – Confeccção dos níveis da torre



As Figuras 4 e 5 mostram, respectivamente, a montagem e a torre já pronta, ao final do segundo dia de construção.

Figura 4 – Montagem da torre

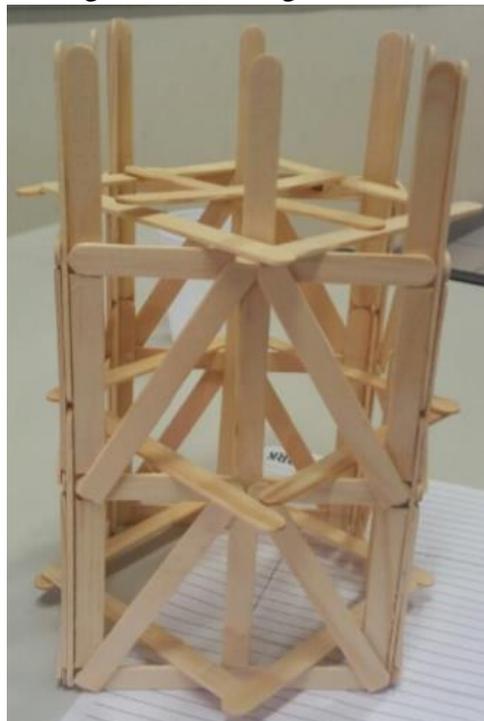




Figura 5 – Torre finalizada



4 ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA

Ao longo de todo o concurso, desde a concepção da ideia, passando pela montagem até a realização do teste de carga da torre, foi possível observar, na prática, a ocorrência da interdisciplinaridade entre as diversas disciplinas do curso inerentes ao projeto. Frente às características e imposições da sociedade contemporânea, as universidades devem adotar posturas coesas que respondam da forma mais apropriada possível a isso. Portanto, as universidades devem ir além da mera capacitação de seus discentes que é comumente feita, ou seja, elas devem, sobretudo, desenvolver grades curriculares que possibilitem que os estudantes desenvolvam habilidades e competências, tanto profissionais quanto humanas, condizentes com as aspirações sociais (FAVARÃO e ARAÚJO, 2004).

Partindo do princípio que as informações e conteúdos teóricos se convergem em determinado ponto, não se pode deixar de salientar a interdisciplinaridade que emerge em competições como essa. Especificamente nesta competição, a utilização estruturada e coordenada dos conhecimentos das disciplinas de Resistência dos Materiais e Estática das Estruturas, pelo menos, é de extrema relevância, pois elas contêm as informações básicas que subsidiam tecnicamente o projeto da torre de palito de picolé. Para não citar os demais conhecimentos que estão direta ou indiretamente envolvidos.



Partindo do princípio que a grade curricular de um curso é desenvolvida de forma a disponibilizar aos estudantes o mais completo, contextualizado e atual currículo, a correta integração entre os conteúdos das disciplinas é indispensável para a “qualidade da educação oferecida” (FAVARÃO; ARAÚJO, 2004, p. 114).

A interdisciplinaridade é uma forma de se efetivar a integração entre tais conteúdos. De acordo com Favarão e Araújo (2004, p. 114), “a interdisciplinaridade vem sendo introduzida nas universidades por meio da realização de projetos e trabalhos integrados em diferentes cursos de graduação, reunindo os conteúdos trabalhados pela grade curricular em cada ano”.

O concurso permite que os estudantes, que dele participam, desenvolvam habilidades e competências fundamentais para o futuro profissional, tais como: capacidade de trabalhar em grupo; aprimoramento da capacidade de questionar e analisar criticamente uma situação-problema e saber propor a solução mais apropriada para a mesma; contribui para a expansão das teorias e técnicas envolvidas no processo de confecção do projeto.

A concepção e construção de projetos é um viés da aprendizagem mais reflexivo e abrangente, pois motiva os estudantes a desenvolverem uma perspectiva mais voltada para a investigação (BLUMENFELD *et al.*, 1991). Frente a isso, “os alunos procuram soluções para problemas não triviais, questionando e refinando questões, debatendo idéias, fazendo previsões, planejam planos e/ou experiências, coletam e analisam dados, extraem conclusões, comunicam suas idéias e achados a outros, fazem novas perguntas e criam artefatos (BLUMENFELD *et al.*, 1991, p. 371).

Além de ser uma atividade com impacto direto no processo de ensino e aprendizagem, no que diz respeito à convergência daquilo que é lecionado em sala de aula com a realidade prática. Os estudantes que participam compreendem que por mais consolidados que os conhecimentos que eles têm possam ser, ao se partir para a esfera prática as situações demonstram maior complexidade. Complexidade essa que pode ser solucionada por meio de uma visão holística do problema e um encadeamento lógico de todo aquele conhecimento que eles têm, advindo, sobretudo, das aulas durante a graduação.

Por fim, Almeida (1999) reitera que “a aprendizagem por projetos ocorre por meio da interação e articulação entre conhecimentos de distintas áreas, conexões estas que se estabelecem a partir dos conhecimentos cotidianos dos alunos, cujas expectativas, desejos e interesses são mobilizados na construção de conhecimentos científicos”. Além disso, “os conhecimentos cotidianos emergem como um todo unitário da própria situação em estudo, portanto sem fragmentação disciplinar, e são direcionados por uma motivação intrínseca” (ALMEIDA, 1999). Assim, os docentes têm o papel de coordenar e orientar os discentes “sobre os conceitos implícitos nos projetos e sua respectiva formalização, mas é preciso empregar o bom-senso para fazer as intervenções no momento apropriado” (ALMEIDA, 1999).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi apresentado neste trabalho a importância e benefícios da incorporação de projetos extracurriculares no ensino da Engenharia Civil. Aqui mostrado no âmbito da adoção de projetos similares ao exemplificado pelo “Concurso III – Torre de Palitos de Madeira” promovido pela PUC Minas devido à participação ativa dos autores no mesmo. Como salientado no referencial teórico, autores também afirmam sobre algumas vantagens da adoção destas atividades.

Por meio do concurso, conceitos de disciplinas básicas à outras mais avançadas, tais como Estática das Estruturas e Resistência dos Materiais, foram aplicados de forma distinta

Organização



Promoção





do ambiente de classe. A experiência proporciona o raciocínio analítico e a capacidade de resolver desafios de forma mais dinâmica e aberta a criatividade dos participantes. Além disso, a interdisciplinaridade se revelou ponto chave para a solução de problemas no processo de confecção do projeto.

Outros benefícios comprovados nos dias de montagem da torre foram o desenvolvimento do trabalho em equipe, organização e a capacidade de questionar. Ademais, como no projeto houve a participação de alunos do ensino médio, percebeu-se o engajamento destes e a curiosidade de seguir a carreira de Engenharia Civil.

Assim, é evidente que práticas como as citadas são ferramentas de criação de profissionais mais originais e inovadores. Ao produzir algo concreto, desperta-se a motivação tanto no domínio da competição quanto na busca de conhecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. E. B. **Projeto: uma nova cultura de aprendizagem**. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0030.html>>. Acesso em: 25 maio 2017.

BARBETA, V. B; SCHUETZE, S. Projetos de competição para alunos de ensino médio como elemento motivador para a área de engenharia. Anais: XXXVII – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Recife: UPE, 2009.

BARRON, B. J. S. Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem and Project-Based Learning. The Journal of The Learning Sciences, v. 7, p. 271-311, 1998.

BLOG REFORMAR. **Introdução ao estudo de Estruturas**. Disponível em: <<http://reformar-eng.blogspot.com.br/2011/06/introducao-ao-estudo-de-estruturas.html>>. Acesso em: 03 de nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES 11**, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 abr. 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2017.

FAVARÃO, N. R. L.; ARAÚJO, C. S. A. Importância da Interdisciplinaridade no Ensino Superior. Revista da Educação, Umuarama, v. 4, n. 2, p. 103-115, 2004.

INSTITUTO POLITÉCNICO DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS – IPUC. Concurso III – Torre de Palitos de Madeira. 2016.

MARTHA, Luiz Fernando. **Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil. 2010.

PET CIVIL UFPR. **Como aplicar os conhecimentos de estruturas na graduação?**. Disponível em: <<http://petcivil.blogspot.com.br/2016/10/como-aplicar-os-conhecimentos-de.html>>. Acesso em: 22 maio 2017.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. INSTITUTO POLITÉCNICO DA PUC MINAS. **Mostra Tecnológica do IPUC**. Disponível: <http://portal.pucminas.br/ipuc/mostra_tecnologica/index_padrao.php?pagina=4570>. Acesso em: 19 maio 2017.

THE RELEVANCE OF “CONCURSO III - TORRE DE PALITOS DE MADEIRA” FOR CIVIL ENGINEERING UNDERGRADUATE STUDENTS

Abstract: *Objecting the development of learning methodologies that make teaching Civil Engineering more dynamic, interesting and practical, university competitions have been developed. The "Concurso III – Torre de Palitos de Madeira" promoted by PUC Minas is an example of the application of such methodology. The purpose of the contest is a competition between students' trios, two university students and a high school student, in the construction and breaking of a popsicles sticks tower according to several criteria established in the contest announcement. For the project planning, information and knowledge acquired in some disciplines, such as Architectural Design, Mechanics of Materials and Structural Analysis are fundamental; making evident the interdisciplinarity that arises from this type of competition. The contest promoted experiences different from those of the class environment. The ability to solve challenges and analytical reasoning was developed in the competitors, in addition to the development of teamwork, organization, and the ability to question. It is also perceived that this systematics is a tool for creating motivated and innovative professionals.*

Key-words: *Learning methodologies, Engineering education, University competitions.*