

## **A COMPETIÇÃO DE PONTES DE MACARRÃO PARA ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE ENGENHARIA: UM INÍCIO AO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS.**

Cristiano Roberto Martins Foli – cristiano.foli@docente.unip.br  
Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
Rod. Pres. Dutra, km 157 - 5 - Pista Sul.  
12240-420 – São José dos Campos – SP.

Daniela Albuquerque Moreira Madani – daniela@unip.br  
Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
Rod. Pres. Dutra, km 157 - 5 - Pista Sul.  
12240-420 – São José dos Campos – SP.

Eduardo Mikio Konigame – eduardo.konigame@docente.unip.br  
Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
Rod. Pres. Dutra, km 157 - 5 - Pista Sul.  
12240-420 – São José dos Campos – SP.

Fernando Silveira Madani – madani@ig.br  
Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
Rod. Pres. Dutra, km 157 - 5 - Pista Sul.  
12240-420 – São José dos Campos – SP.

Frederico Silveira Madani – frederico@madani.adv.br  
Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
Rod. Pres. Dutra, km 157 - 5 - Pista Sul.  
12240-420 – São José dos Campos – SP.

Joares Lidovino dos Reis Junior – joares.junior@docente.unip.br  
Universidade Paulista campus São José dos Campos - SP.  
Rod. Pres. Dutra, km 157 - 5 - Pista Sul.  
12240-420 – São José dos Campos – SP.

**Resumo:** *O ensino em engenharia envolve desenvolver competências necessárias ao exercício profissional em um mundo em constante evolução, sendo observadas aqui as seguintes competências: trabalho em equipe; liderança; comunicação; análise e solução de problemas. Dentro da abordagem de Metodologias Ativas a Aprendizagem Baseada em Projetos pode ser usada para iniciar essas competências em alunos dos primeiros semestres do curso de Engenharia. Nesse trabalho investigamos como o projeto de Pontes de Macarrão pode ser um ponto de partida para o desenvolvimento de competências em alunos de Engenharia.*

**Palavras-chave:** *Pontes de Macarrão. Competências. Ensino em Engenharia.*

## 1. INTRODUÇÃO

Em nossa sociedade atual as transformações são cada vez mais dinâmicas e estão vinculadas ao desenvolvimento tecnológico e científico. Dentre as várias áreas do conhecimento a Engenharia é amplamente impactada por esse avanço. Assim, os profissionais que trabalham em “Engenharias” necessitam desenvolver novas competências profissionais para atuarem em ambiente cada dia mais desafiador, marcado por tecnologias em constantes mudanças (MEC-2002). A formação de um “Engenheiro” deve portanto contemplar a preparação e fundamentar o desenvolvimento nesse contexto.

Com relação a formação em Engenharia, o Conselho Nacional de Educação (CNE) definiu em 2002 as competências e habilidades requeridas a formação de um engenheiro (MEC-2002), dentre elas:

- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Essas competências e habilidades devem ser desenvolvidas através de disciplinas, trabalhos acadêmicos, visitas técnicas, projetos multidisciplinares, trabalhos de iniciação científica, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Reforçando e ampliando as competências e habilidades, em 2018, A ABENGE publicou a proposta: “Inovação na Educação em Engenharia – Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Engenharia”. De acordo com a proposta a resolução do CNE de 2002 era centrada no desenvolvimento de conteúdos a serem ministrados para a formação em Engenharia. Por isso, foi proposto nesse documento que o perfil do engenheiro deve substanciá-lo para atuar em quaisquer das 3 áreas (de competências) a seguir:

- a) Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto do projeto de produtos e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os – “Engenheiro Projetista e Inovador”;
- b) Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção – “Engenheiro Empreendedor e Gestor”;
- c) Atuar na sua formação de outros engenheiros e profissionais que atuem na cadeia produtiva de projetos de produtos e de empreendimentos – “Engenheiro Educador”.

Para que esse perfil seja atendido, de acordo com a proposta (ABENGE-2018) algumas competências vinculadas a Engenharia devem ser desenvolvidas, tais como:

- Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os problemas de engenharia de forma a conceber soluções desejáveis;
- Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços) componentes ou processos;
- Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares;
- Ser capaz de aprender de forma autônoma, de forma a lidar com situações e contextos desconhecidos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia;

O presente trabalho tem por objetivo mostrar que a competição de “Pontes de Macarrão”, proposta a alunos ingressantes no curso de Engenharia é um projeto para o início do desenvolvimento dessas competências. Investigamos as opiniões de alunos que participaram do projeto e, suas considerações a respeito das competências.

## 2. A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Um dos objetivos da formação profissional é proporcionar ao estudante desenvolver e praticar atividades que possam representar a realidade da sua futura profissão (BARBOSA; MOURA, 2013).

A aprendizagem ocorre quando o estudante se envolve ativamente das discussões em sala de aula e para isso é necessário que ele esteja plenamente interessado pelo processo e perceba os benefícios que estas ações lhe proporcionarão. Com isso ele passa a ser o protagonista da sua aprendizagem (MASSON et al., 2012).

Para a Aprendizagem Baseada de Projetos (ABP) acordo com Masson (2012) o escopo de cada projeto deve possuir objetivos bem definidos, mas o estudante é que desenvolve os meios para atingir esses objetivos, contando com o apoio do professor para direcionamento e esclarecimento de dúvidas durante o processo de desenvolvimento do trabalho.

Para Santos et al. (2007) a metodologia ABP é caracterizada da seguinte forma:

- O projeto deve ser o foco da disciplina e o conteúdo precisa ser desenvolvido em torno dele, ou seja, é o meio pelo qual os estudantes possuem contato com o conteúdo.
- O projeto deve gerar indagações que demandarão a reflexão do estudante.
- Deve ser um processo evolutivo que ofereça desafios aos estudantes, que deverão resolvê-los para que possam evoluir.
- Os estudantes devem ter autonomia para desenvolver o projeto, dentro do escopo que lhes foi solicitado.
- Devem reproduzir situações da vida real, para que possam ser abordadas questões reais de uso.

Assim, entendemos que o projeto de “Pontes de Macarrão” pode ser usado dentro da metodologia de APB para o início do desenvolvimento de competências necessárias ao futuro engenheiro de acordo com a resolução do CNE (MEC-2002) e a Proposta da ABENGE (2018).

## 3. A COMPETIÇÃO DE PONTES DE MACARRÃO

A competição de Pontes de Macarrão teve sua origem no Canadá, nos anos de 1980, na Universidade de Okanagan. A partir dessa experiência essa competição se espalhou pelo mundo e, atualmente é realizada em mais de 50 países com alunos do ensino fundamental, médio e superior.

No Brasil destaca-se como pioneiras a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (GONZÁLES, 2005) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Para esse trabalho, foi estudado a competição realizada na Universidade Paulista, campus São José dos Campos-SP. Nessa instituição a competição é realizada desde 2008 com a coordenação do Núcleo de Pesquisas em Engenharias (NUPE).

No estudo apresentado os alunos estavam cursando uma disciplina vinculada ao estudo da Estática. Assim, mesmo que para o projeto não fosse necessário o desenvolvimento de cálculos estruturais, eles tinham condições de compreender a física vinculada ao equilíbrio.

Para o projeto os alunos deveriam construir uma ponte usando somente macarrão e cola, respeitando os parâmetros dimensionais de projeto fornecidos pela Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros dimensionais para o projeto

	Mínimo	Máximo
Capacidade de Carga	37 N	----
Comprimento	----	----
Largura	5 cm	12 cm



Altura	----	50 cm
Vão a ser vencido	50 cm	
Diâmetro máximo da viga/coluna	(1,0±0,1)cm	
Número de cargas aplicadas	1(uma)	

Fonte: Autores

Quanto aos parâmetros estruturais o projeto deveria ter:

- pelo menos uma treliça;
- Ter mais de um tipo de elemento estrutural.

A figura 1 mostra a medida da massa de uma das pontes desenvolvidas por um dos grupos de alunos.

Figura 1. Medida da massa da ponte de um dos grupos participantes do projeto Pontes de Macarrão.



Fonte: Autores.

A figura 2 mostra o ensaio destrutivo realizado para determinar o fator, de acordo com a equação 1, da ponte de um dos grupos participantes do projeto.

Figura 2. Ensaio para medir o fator da ponte de um dos grupos participantes. A foto foi editada para não permitir a identificação visual dos alunos participantes.



Fonte: Autores.

Para verificarmos qual das pontes apresentaria o melhor desempenho, foi definido o parâmetro chamado de fator que pode ser calculado de acordo com a equação 1 abaixo:

$$fator = \frac{\text{carga suportada (Kg)}}{\text{massa da ponte (Kg)}} \quad (1)$$

Apesar dos objetivos pedagógicos do projeto os alunos também puderam apresentar seus projetos durante um período denominado "Jornada da Engenharia" competindo para determinar qual projeto apresentaria o maior fator, "Equação 1".

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho buscou determinar através das opiniões dos alunos participantes do projeto se algumas competências apresentadas em (MEC-2002) e Proposta (ABENGE-2018) estavam sendo iniciadas no desenvolvimento do projeto de Pontes de Macarrão, baseado na metodologia ABP.

A tabela 2 a seguir fornece a relação entre a questão apresentada aos alunos e a competência relacionada na pesquisa, projeto, desenvolvimento e construção da ponte de macarrão.

Tabela 2. Relação de perguntas e Competências vinculadas no projeto de pontes de macarrão.

Pergunta	Competência vinculada
<b>1. Para desenvolver sua ponte, você e seu grupo trabalharam juntos?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atuar em equipes multidisciplinares CNE (2002).</li> <li>- Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; Diretrizes (2018).</li> </ul>
<b>2. Para desenvolver a sua ponte, você e seu grupo se preocuparam em conhecer, pesquisando, alguns tipos de estruturas para tentar decidir qual seria a mais viável em termos de execução?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; CNE (2002).</li> <li>- Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os problemas de engenharia de forma a conceber soluções desejáveis; Diretrizes (2018).</li> <li>- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços) componentes ou processos; Diretrizes (2018).</li> </ul>
<b>3. Para desenvolver a sua ponte, você e/ou seu grupo fizeram uso do software livre sobre estruturas de pontes de macarrão ou de alguma outra ferramenta que pudessem auxiliar a execução?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; CNE (2002).</li> <li>- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional; CNE (2002).</li> <li>- Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação; das Diretrizes (2018).</li> <li>- Ser capaz de aprender de forma autônoma, de forma a lidar com situações e contextos desconhecidos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia; das Diretrizes (2018).</li> </ul>

Fonte: Autores

A figura 3, a seguir, mostra o percentual de respostas para a primeira pergunta apresentada na Tabela 2. Essa figura indica que para aproximadamente 80% dos grupos participantes houve o trabalho em grupo na maior parte do desenvolvimento do projeto. Assim, estariam desenvolvendo a competência vinculada, de acordo com a Tabela 2.

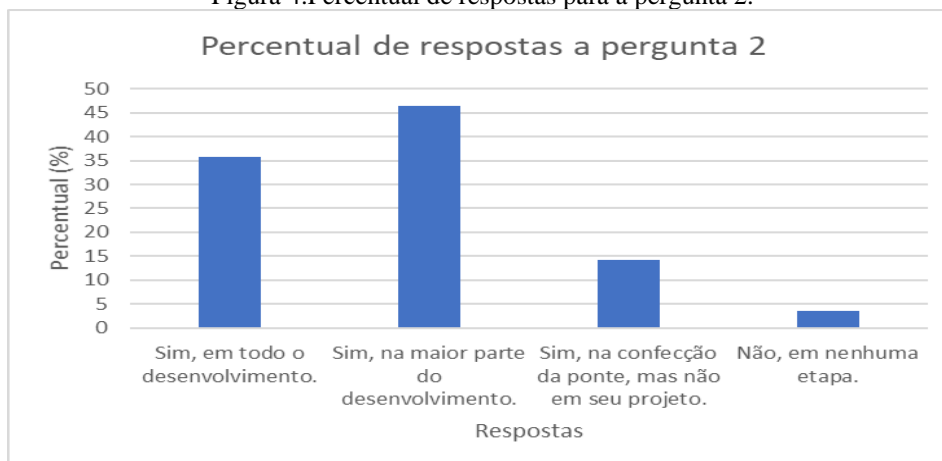
Figura 3. Percentual de respostas para a pergunta 1.



Fonte: Autores.

A figura 4 abaixo mostra o percentual de respostas para a segunda pergunta apresentada na Tabela 2. Novamente, aproximadamente 80% dos grupos participantes procuraram pesquisar e conhecer diferentes estruturas antes de decidir qual seria a mais viável em termos de execução e que estivesse de acordo com os parâmetros dados na Tabela 1.

Figura 4. Percentual de respostas para a pergunta 2.

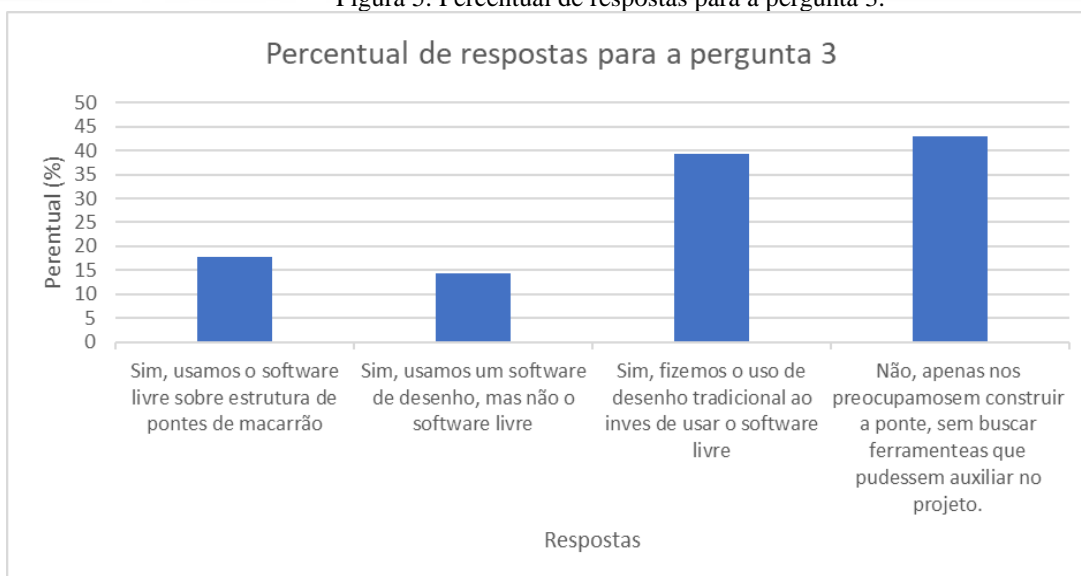


Fonte: Autores.

Na sequência, a figura 5, mostra o percentual de respostas para a terceira pergunta apresentada na Tabela 2. Os resultados apresentados nessa figura indicam que aproximadamente 50% dos grupos participantes não procuraram buscar novas ferramentas que os auxiliassem na execução do projeto. Apenas, se preocuparam em executá-lo. Durante as orientações aos grupos, foi colocado que existe um software que ajuda no projeto da ponte e poderia ser usado no seu desenvolvimento. Entendemos que por serem alunos ingressantes no curso de Engenharia, a maioria dos alunos participantes ainda não estava habituada a usar ferramentas computacionais.



Figura 5. Percentual de respostas para a pergunta 3.



Fonte: Autores.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou que o projeto de Pontes de Macarrão usado dentro da metodologia de ABP pode ser um iniciador de competências necessárias ao egresso do curso de Engenharia.

Os resultados mostrados nas figuras 3,4 e 5 indicam, na percepção dos alunos participantes, que algumas das competências indicadas em CNE (2002) e Diretrizes (2018) começaram a ser desenvolvidas nos alunos.

As principais competência desenvolvidas foram: trabalho em equipe; liderança; comunicação; análise e solução de problemas.

Restando como perspectiva para futuros trabalhos o desenvolvimento da comunicação escrita, em consonância com a norma acadêmica, como competência esperada do egresso do curso de engenharia.

Assim, estruturados nesses resultados, compreendemos e propomos que o projeto de "Pontes de Macarrão" pode ser um projeto de início de desenvolvimento de competências necessárias ao futuro engenheiro.

## 6. REFERÊNCIAS

ABENGE: PROPOSTA DE DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA O CURSO DE ENGENHARIA– ABENGE MEI/CNI, ABENGE, Brasília, 2018.

BARBOSA, Eduardo Fernandes, MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. In B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013.

GONZÁLES, L.A.G., MORSH, I.B., MASUREO, J.R. Didactic Games in Engineering Teaching – Case: Spaghetti Bridge Design and Building Contest. Proceedings of COBEM, Ouro Preto, 2005.

MASSON, Terezinha J. et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). Belém, set. 2012. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO-RESOLUÇÃO CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

SANTOS, David M. B. et al. Aplicando Project-Based Learning no estudo integrado de engenharia de software, análise e projeto de sistemas e banco de dados. Bahia, 2007. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2007.



**THE SPAGHETTI BRIDGES COMPETITION TO BEGGINERS  
STUDENTS IN ENGINEERING: A START POINT TO  
DEVELOP SKILLS TO THE FUTURE ENGINEER.**

*The Engineering teaching involves de development of skills necessaries to the professional in a world of constant changing. Inside of Actives Methodologies the Project Based Learning could be used do start developing these skills for beginners students in Engineering. At this work we investigated how the project of Spaghetti Bridges could be a start point of developing these skills to the future engineer.*

**Key-words:** Spaghetti Bridge, Skills, Engineering Teaching.