



PROJETOS INTEGRADORES E A FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3979

Flávio Yukio Watanabe - fywatanabe@ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos

Matheus da Costa Caffer Markies - matheus.markies@gmail.com
Universidade Federal de São Carlos

Sidney Bruce Shiki - bruce@ufscar.br
UFSCar Universidade Federal de São Carlos

Resumo: *Sintonizado com as demandas do mundo contemporâneo e com as mudanças no perfil dos estudantes, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia representam um grande avanço no campo da educação, mas trouxeram também grandes preocupações e dificuldades para se promover as mudanças necessárias nos Projetos Pedagógicos dos Cursos. Um aspecto que se destaca é a mudança de um modelo de formação baseado em conteúdos para outro baseado em competências. Outros aspectos indicados nas DCNs, como o trabalho em equipe, atividades integradoras, metodologias de aprendizagem ativa e desenvolvimento de protótipos, parecem apontar para algumas formas de se promover uma formação por competências. Nesse sentido, o presente trabalho relata a experiência de uma disciplina ministrada aos estudantes ingressantes e que tem evoluído com o tempo, por meio da adoção de diferentes estratégias de ensino, aprendizagem e avaliação, incluindo atividades com projetos integradores, alinhando-se aos preceitos das novas DCNs de Engenharia. Um dos projetos é o da ponte de macarrão espaguete e os procedimentos adotados são apresentados e é destacado o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes relacionados à atividade. Trabalhar com projetos integradores pode ser parte da solução para se proporcionar uma formação baseada em competências. Entretanto, de modo a levar em consideração os diferentes perfis e estilos de aprendizagem dos estudantes, é preciso buscar a diversificação e o equilíbrio entre as diferentes estratégias de ensino, aprendizagem e avaliação.*

Palavras-chave: *Diretrizes Curriculares, Conhecimento, Habilidades, Atitudes, Ponte de macarrão.*



PROJETOS INTEGRADORES E A FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

As atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia, instituídas por meio da Resolução CNE/CES nº 2/2019 (BRASIL, 2019), representam um grande avanço educacional, uma vez que se encontram em sintonia às demandas do mundo contemporâneo e o perfil dos jovens estudantes. Watanabe *et al.* (2020) analisaram as novas DCNs de Engenharia e relataram certa apreensão inicial, uma vez que novos conceitos e desafios surgiram ou se tornaram mais evidentes. Entretanto, os autores apontam que o trabalho de todo bom profissional é propor soluções inovadoras para superar obstáculos, sejam estes técnicos, acadêmicos ou de gestão e, neste sentido, a proposição de um novo projeto pedagógico mais atual e alinhado às demandas da sociedade, a partir de um conjunto de normativas institucionais, é uma atividade característica de um engenheiro-professor-gestor trabalhando em conjunto com outros profissionais envolvidos com questões da educação.

Uma iniciativa importante foi a criação da Comissão Nacional para Implantação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (CN-DCNs) que congregou representantes de diferentes instituições ligadas à indústria (CNI¹, SESI², SENAI³ e IEL⁴), à educação (CNE⁵ e ABENGE⁶) e ao exercício profissional (CONFEA⁷), e que atuaram na proposição de elementos norteadores valiosos à implantação das DCNs de Engenharia (CN-DCNs, 2020a, 2020b). Temas globais foram abordados, tais como: organização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC), avaliação da aprendizagem, capacitação docente, interação entre Instituições de Ensino e o ambiente de trabalho, e atribuição profissional.

Diversas inovações pedagógicas chamam a atenção nas novas DCNs, mas uma questão central merece destaque que é a mudança de paradigma na formação em engenharia, partindo de um modelo tradicional conteudista e aspirando por outro pautado na construção de competências. A partir deste novo modelo, é preciso repensar as estratégias pedagógicas; espaços, recursos e formatos das atividades curriculares; formação e desenvolvimento docente para este novo cenário; avaliação multifacetada das competências e do próprio processo de ensino-aprendizagem.

Neste contexto de formação por competências, é relevante destacar que há certa dificuldade no entendimento do termo "competência", visto que são diversas as definições e aplicações nos campos profissional e educacional. No entanto, a CN-DCNs indica que o conceito de competências gerais e específicas tratadas nas DCNs de Engenharia segue o preconizado por Zabala e Arnau (2010) de que, no âmbito educacional, competência identifica aquilo que uma pessoa necessita para realizar uma intervenção eficaz nos

¹ CNI - Confederação Nacional da Indústria

² SESI - Serviço Social da Indústria

³ SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

⁴ IEL - Instituto Euvaldo Lodi

⁵ CNE - Conselho Nacional de Educação

⁶ ABENGE - Associação Brasileira de Educação em Engenharia

⁷ CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam componentes atitudinais (atitudes), procedimentais (habilidades) e conceituais (conhecimentos) de maneira inter-relacionada e simultânea.

À primeira vista, este conceito de competência pode parecer muito complexo no contexto de formação em engenharia, mas quando se pensa na prática profissional dos futuros engenheiros, a efetiva articulação de um conjunto complexo de conhecimentos, habilidades e atitudes (usualmente denotado pela sigla CHA), congrega características desejadas para qualquer bom profissional. No entanto, o foco usual da educação em engenharia atual está em proporcionar uma forte base de conceitos e conhecimentos, em detrimento das componentes atitudinais e procedimentais.

Uma formação por competências não significa ter que abolir todas as práticas pedagógicas usualmente empregadas, como as aulas expositivas ou de laboratório, mas sim, buscar um novo olhar, mais amplo, redefinindo os objetivos de aprendizagem, especificando conteúdos programáticos, aplicando novas estratégias de aprendizagem e diversificando os procedimentos de avaliação formativos e somativos.

Nesse sentido, as DCNs apontam para outras questões que, numa visão otimista, podem ser compreendidas como parte da solução, tais como: trabalho em equipe, atividades integradoras e interdisciplinares, metodologias de aprendizagem ativa e desenvolvimento de protótipos. Isso não significa que toda atividade acadêmica precisa ser totalmente baseada em metodologias ativas ou em atividades práticas que envolvam prototipagem, mas é sempre possível planejar e implantar estratégias que promovam momentos e experiências de aprendizagem nas quais os alunos sejam os protagonistas e os professores os planejadores e facilitadores do processo de aprendizagem.

O presente trabalho tem como objetivo principal relatar uma experiência de uma disciplina de início de curso denominada "Iniciação à Engenharia Mecânica" que foi evoluindo com o tempo e incorporando diferentes estratégias de ensino-aprendizagem e avaliação, antes mesmo da homologação das novas DCNs de Engenharia. Um foco especial será dado em uma atividade de projeto integrador de uma ponte de macarrão adotada em diferentes cursos de engenharia ao redor do mundo, incluindo o Brasil. As competências associadas à atividade serão evidenciadas e as estratégias de aprendizagem ativa e avaliação adotadas serão relatadas.

2 INTRODUÇÃO À ENGENHARIA E AOS PROJETOS INTEGRADORES

Disciplinas introdutórias sobre engenharia, ministradas aos estudantes ingressantes, usualmente integram os PPCs dos cursos da área, mas com frequência ficam limitadas a aulas expositivas e palestras de apresentação do curso e de abordagens iniciais sobre temas como origens da engenharia, ciência e tecnologia, áreas de atuação e características profissionais importantes. No entanto, cada vez mais as atividades práticas e de projeto integram as disciplinas introdutórias, trazendo benefícios tanto na aprendizagem de novos conceitos associados a conhecimentos prévios, quanto na motivação e engajamento dos estudantes que muitas vezes ainda têm dúvidas em relação ao curso que acabaram de ingressar.

2.1 A disciplina "Iniciação à Engenharia Mecânica"

No PPC do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), desde sua implantação a partir de 2009, a disciplina "Iniciação à Engenharia Mecânica" busca ir além dos temas introdutórios, trabalhando fortemente com atividades

diversificadas realizadas em equipe, tais como entrevista com profissionais de engenharia, pesquisa bibliográfica e redação de um projeto de pesquisa nos moldes de uma iniciação científica e desenvolvimento de projetos integradores diversos.

Um relato histórico desde as primeiras ofertas da disciplina, passando pelas atividades de pesquisa e redação científica e de desenvolvimento de projetos integradores, e até a incorporação de metodologias ativas de aprendizagem é apresentado por Watanabe *et al.* (2009, 2010, 2012, 2013, 2018).

Os tópicos mais informativos da disciplina são abordados mesclando-se aulas expositivas dialogadas e a estratégia de sala de aula invertida com atividades como leitura de textos e análise de vídeos previamente selecionados, ou pesquisa sobre temas específicos. Posteriormente, são aplicadas estratégias ativas de discussão e aprendizagem como *Team-based Learning* - TBL (Aprendizagem Baseada em Equipes - ABP), detalhada por Bollela *et al.* (2014), e o *Fishbowl* (ou Aquário), descrito por Watanabe *et al.* (2021).

As atividades de projeto, embora envolvam o trabalho em equipe e princípios de aprendizagem ativa, não se caracterizam como atividades *Project-based Learning* - PjBL (Aprendizagem Baseada em Projetos - PjBL) por não seguirem as etapas e diretrizes típicas que caracterizam uma atividade PjBL, como descrito por Bender (2014). Entretanto, promovem a aprendizagem de forma não convencional, quase que de forma lúdica, mas com responsabilidade e envolvimento dos estudantes.

Associado a todas as atividades da disciplina, são empregadas diferentes formas de comunicação oral ou escrita, assim como processos de avaliação diversificados, incluindo autoavaliação e avaliação interpares de caráter formativo.

Atualmente, o PPC do Curso de Engenharia Mecânica da UFSCar passa por um processo de reformulação e adequação às novas DCNs de Engenharia. As competências específicas e os objetivos educacionais das atividades curriculares estão sendo estruturados considerando os diferentes níveis do processo cognitivo, segundo a Taxonomia de Bloom, conforme indicado por Ferraz e Belhot (2010).

2.2 Projetos integradores

Atividades que envolvem o projeto, construção e teste de protótipos têm sido empregadas visando estimular o interesse dos alunos, potencializar a aprendizagem articulando conhecimentos de diversas áreas e promover o desenvolvimento de habilidades e atitudes preconizadas na formação de engenheiros.

Otaka *et al.* (2014) relatam uma experiência bem-sucedida de adoção de metodologias ativas e atividades de projeto nos anos iniciais de um curso de engenharia na Kokushikan *University* - Japão, abordando os seguintes temas: avião de papel, libélula de bambu, catapulta, ponte de espaguete e carrinho com mola.

Burmeister, Watson e Garcia-Sheets (2008) da *University of the Pacific* - Estados Unidos, ministraram o curso de verão "*What is Engineering?*", desenvolvido pela Johns Hopkins *University* e voltado a alunos do ensino médio, com o objetivo de apresentar vários tópicos de engenharia e ampliar o interesse dos estudantes por ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), por meio de palestras complementadas por atividades experimentais e de desenvolvimento de projeto de ratoeira, robô seguidor de linha e ponte de macarrão.

Gaspar *et al.* (2013) reportam a criação de uma competição de pontes de espaguete na Universidade da Beira Interior - Portugal, com o objetivo principal de estimular a capacidade criativa dos alunos e melhorar suas atitudes face à aprendizagem, buscando também aumentar o interesse pela pesquisa e proposição de soluções inovadoras.

Watanabe *et al.* (2010, 2012, 2018) da UFSCar, apresentam os projetos integradores desenvolvidos na disciplina inicial "Iniciação à Engenharia Mecânica" e que conjugam conhecimentos prévios e novos conceitos aplicados no projeto, modelagem, simulação, construção e teste de ponte de macarrão, carrinho movido a ratoeira e robô seguidor de linha, ilustrados na Figura 1.

Figura 1 - Etapas do projeto de ponte de macarrão espaguete.



(a) Ponte de macarrão



(b) Carrinho de ratoeira



(c) Robô seguidor de linha

Fonte: Elaborada pelos autores.

Adicionalmente, Aroca *et al.* (2016) destacam que a atividade com o robô seguidor de linha promove a integração entre as disciplinas iniciais "Iniciação à Engenharia Mecânica" e "Computação Científica", com reflexos positivos tanto na aprendizagem de lógica de programação e solução de problemas, quanto na motivação para perseverar na carreira escolhida.

Projetos integradores se mostram importantes nas disciplinas iniciais de cursos de engenharia, mas deveriam ser incorporados ao longo de todo o PPC de um curso, seja em uma disciplina isolada ou articulando diferentes disciplinas do curso. Certamente, será muito difícil conjugar com profundidade todos os conceitos e conhecimentos de uma ou mais disciplinas em um único projeto, mas outras estratégias de aprendizagem e avaliação podem e devem ser empregadas conjuntamente, especialmente quando se considera a diversidade de perfis de aprendizagem e de competências que se pretende proporcionar aos estudantes.

3 O PROJETO "PONTE DE MACARRÃO"

A atividade de projeto de uma ponte treliçada construída com macarrão espaguete e elementos adesivos tem sido adotado mundialmente em diferentes níveis e contextos educacionais. Uma das competições mais antigas é a organizada pela Okanagan College⁸ - Canadá, cuja primeira edição ocorreu em 1980 e que atualmente se encontra na 38ª edição. No Brasil, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) se destaca como uma referência na organização e disponibilização de informações sobre projetos de ponte de macarrão espaguete, incluindo roteiro de cálculo, tutorial de construção e indicação de softwares auxiliares⁹. González, Morsch e Masuero (2005) da UFRGS apresentam propriedades mecânicas de um tipo específico de macarrão e procedimentos de projeto e teste que se tornaram referência para outras instituições de ensino.

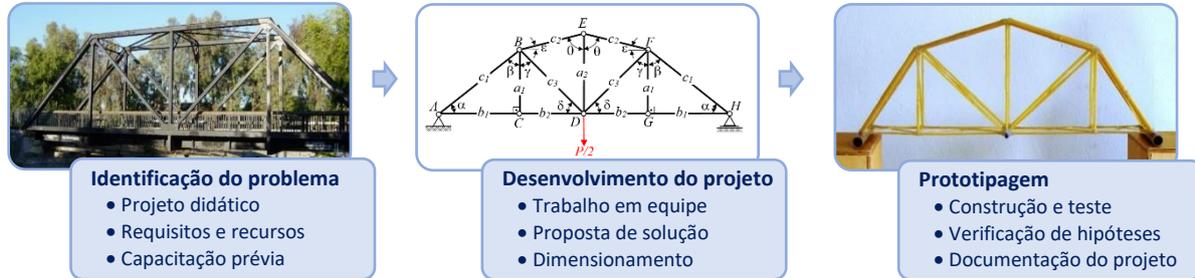
Na UFSCar, o projeto didático de ponte de macarrão espaguete, desenvolvido no contexto da disciplina "Iniciação à Engenharia Mecânica", segue algumas diretrizes e etapas similares as de um projeto real de engenharia, representadas na Figura 2. A

⁸ <https://www.okanagan.bc.ca/spaghetti-bridge>

⁹ <https://www.ufrgs.br/espaguete/papo.html>

atividade é desenvolvida em equipe e algumas restrições de projeto são impostas, como altura máxima, dimensão do vão a ser superado e quantidade de materiais utilizados.

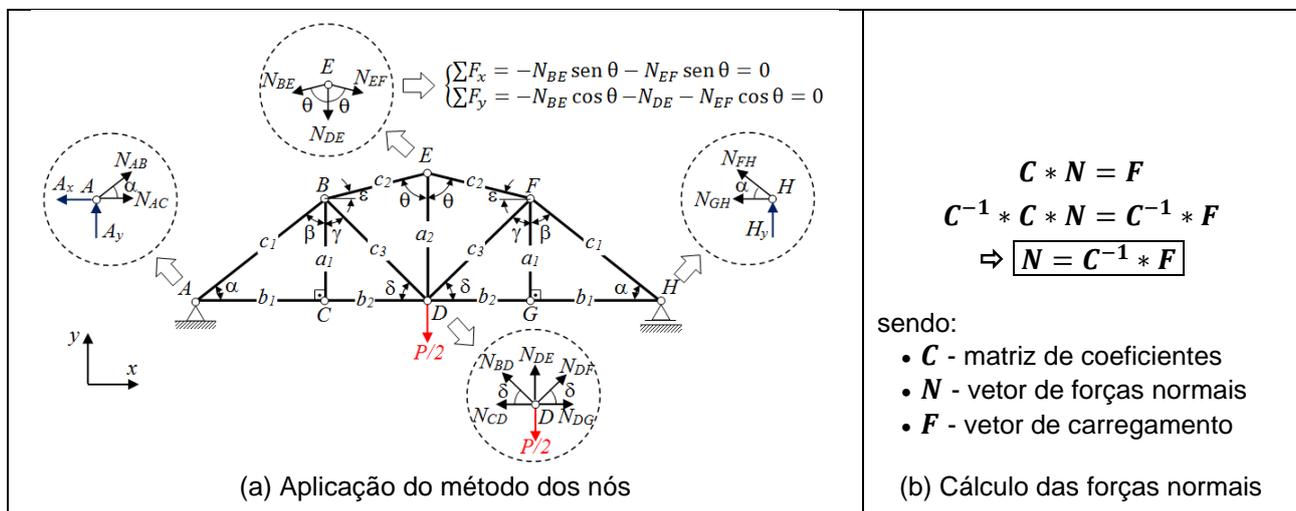
Figura 2 - Etapas do projeto de ponte de macarrão espaguete.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Um exemplo de ponte treliçada com poucas barras é apresentada aos estudantes, juntamente com os conceitos e conhecimentos que viabilizam o seu projeto. A estrutura da ponte deve ser constituída por duas treliças planas e paralelas conectadas por meio de barras transversais e diagonais e deve suportar uma carga pré-estabelecida aplicada no centro da ponte, no nível correspondente à "pista". Para a determinação das forças normais de tração ou compressão atuantes nas barras da treliça é aplicado o "método dos nós", ilustrado na Figura 3a, resultando em um sistema de equações lineares, escritas de forma matricial, são resolvidas simultaneamente utilizando conceitos de álgebra linear, como descrito de forma resumida na Figura 3b.

Figura 3 - Método dos nós e cálculo das forças normais em uma treliça.



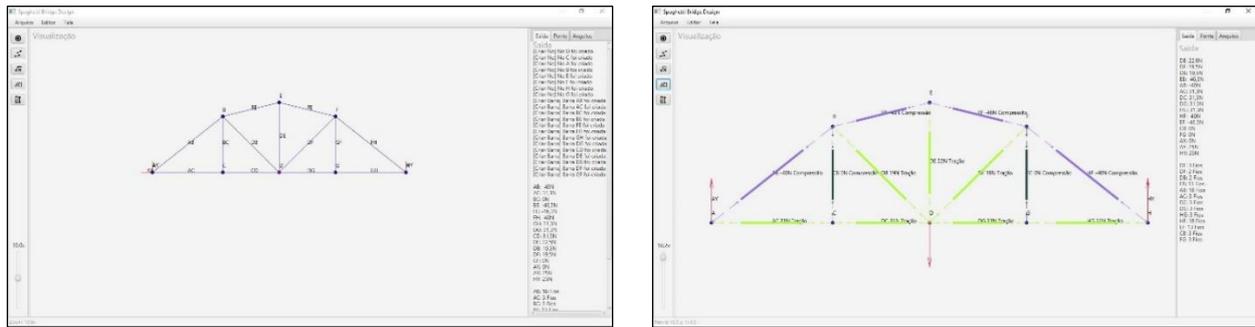
Fonte: Elaborada pelos autores.

Posteriormente, as barras da treliça são dimensionadas adotando-se um coeficiente de segurança e seguindo o roteiro de cálculo disponibilizado pela equipe da UFRGS¹⁰, mas todo o processo de resolução das equações de equilíbrio e dimensionamento é realizado por meio de programas de cálculo estruturados pelos próprios estudantes utilizando os softwares GNU Octave, Scilab ou Matlab. A partir deste ano, os resultados obtidos pelos

¹⁰ https://www.ufrgs.br/espaguete/papo_roteiro.html

estudantes poderão ser aferidos com o auxílio do aplicativo *SpaghettiBridgeDesign*¹¹ de modelagem e dimensionamento, desenvolvido em Java por um colega do curso com formação técnica em computação e que vivenciou a atividade como aluno em 2021. A Figura 4a ilustra a janela gráfica de modelagem e dimensionamento do aplicativo e a Figura 4b os diagramas de corpo livre (DCLs) de nós e barras com os esforços calculados.

Figura 4 - Janelas de interface gráfica do aplicativo *SpaghettiBridgeDesign*.



(a) Modelo da ponte treliçada

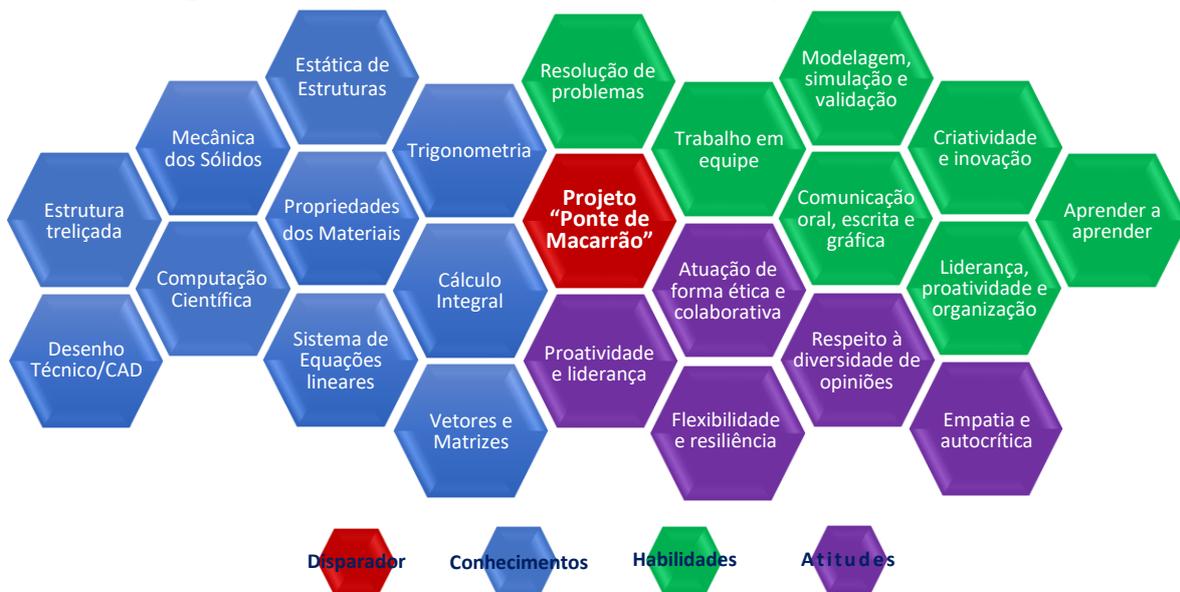
(b) Forças atuantes nas barras e nós

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, as pontes são construídas e testadas com cargas progressivas até a ruptura e as causas de falha são analisadas. Informações sobre cada projeto e ensaio são registrados na forma de relatório ou artigo técnico e os estudantes realizam uma autoavaliação e avaliação interpares dos integrantes de sua equipe.

Sob o ponto de vista da formação por competências, o projeto de uma ponte de macarrão é muito completo, conforme ilustrado na Figura 5, pois conjuga conhecimentos prévios e específicos com conjuntos de habilidades e atitudes desenvolvidas ou aprimoradas ao longo da execução da atividade.

Figura 5 - O projeto "Ponte de Macarrão" e a formação por competências.



Fonte: Elaborada pelos autores

¹¹ <https://github.com/MatheusMarkies/SpaghettiBridgeDesign/releases/tag/1.2>

Um outro aspecto importante a ser considerado no projeto da ponte de macarrão é o estímulo adicional proporcionado pelo caráter competitivo, uma vez que as equipes buscam atingir os melhores resultados definidos por índices de desempenho previamente estabelecidos como a carga máxima suportada ou a maior relação entre carga suportada e peso próprio da ponte.

Embora o elenco de conhecimentos, habilidades e atitudes listados na Figura 5 tenha sido levantado a partir de uma atividade consolidada de projeto, é importante destacar que, conforme indicado pela CN-DCN (2020a), o recomendado é tomar como ponto de partida o conjunto de competências gerais e específicas estabelecidas no PPC para se definir habilidades e atitudes almejadas, objetivos de aprendizagem, conteúdos necessários e estratégias de ensino e avaliação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Elementos inerentes a projetos integradores, como problema ou desafio disparador, trabalho em equipe, aplicação de conhecimentos e uso de recursos computacionais, promovem o envolvimento dos estudantes na busca por uma solução para o problema proposto de forma criativa, colaborativa e até mesmo divertida, tornando a experiência de aprendizagem mais significativa, pois permite ampliar e extrapolar as competências adquiridas ou desenvolvidas a outros contextos acadêmicos e profissionais. Além disso, motivam os estudantes a perseverarem na carreira de engenharia escolhida, especialmente os ingressantes, e despertam o interesse pela pesquisa investigativa na busca de soluções inovadoras para problemas reais de engenharia.

Projeto integradores como o da ponte de macarrão espaguete ou outros que seguem as mesmas diretrizes básicas apresentadas no presente trabalho proporcionam uma abrangência e articulação de conhecimentos, habilidades e atitudes que dificilmente seriam alcançadas por meio de métodos tradicionais de ensino como aulas expositivas e de resolução de exercícios, especialmente no que se refere ao repertório de habilidades e atitudes preconizadas nas novas DCNs e PPCs.

Embora o elenco de conhecimentos relacionados a um projeto possa ser abrangente, esses não são abordados de forma aprofundada como ocorre em disciplinas isoladas, entretanto, são articuladas e interligadas de forma diferenciada por meio de uma aplicação real. Sendo assim, considerando inclusive os diferentes perfis e estilos de aprendizagem dos estudantes, a adoção de estratégias diversificadas de ensino, aprendizagem e avaliação, incluindo as mais tradicionais, proporciona aos estudantes a oportunidade de usufruir do que há de melhor em cada estratégia.

REFERÊNCIAS

AROCA, R. V. Mobile Robotics Integration in Introductory Undergraduate Engineering Courses. *In: LATIN-AMERICAN ROBOTICS SYMPOSIUM, 13, BRAZILIAN ROBOTICS SYMPOSIUM, 4, 2016, Recife. Proceedings [...]. Piscataway: IEEE. Disponível em: <https://www.computer.org/csdl/proceedings/sbr-lars-r/2016/12OmNzzP5MU>. Acesso em 10 maio 2022.*

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BOLLELA, V. R.; SENGER, M. H.; TOURINHO, F. S. V.; AMARAL, E. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 47, n. 3 p. 293-300, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/86618>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resoluçãO-nº-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 14 maio 2022.

BURMEISTER, J. S.; WATSON, K. A.; GARCIA-SHEETS, M. **What is Engineering?** - a University of the Pacific MESA Program/Johns Hopkins University Partnership. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION - PACIFIC SOUTHWEST ANNUAL CONFERENCE, 2008. **Proceedings** [...]. Washington, DC: ASEE, 2008. Disponível em: <https://scholarlycommons.pacific.edu/soecs-facpres/14>. Acesso em: 14 maio 2022.

CN-DCN. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. Brasília: CNI, 2020a. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/file/DocumentoApoiImplantacaoDCNs.pdf>. Acesso em 10 maio 2022.

CN-DCN. **Relatório Síntese**, 2020b. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/file/RelatorioSíntese%20 CN-DCNs final.pdf](http://www.abenge.org.br/file/RelatorioSíntese%20CN-DCNs%20final.pdf). Acesso em 10 maio 2022.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão da Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/bRkFgcJqbGCDp3HjQqFdqBm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 maio 2022.

GASPAR, P. D. *et al.* Knowledge and attitudes development through didactic competitions: Spaghetti Bridge Contest at UBI. INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL RESEARCH, 2013, Singapore. **Proceedings** [...]. Singapore. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/7269>. Acesso em 10 maio 2022.

GONZÁLEZ, L. A. S.; MORSCH, I. B.; MASUERO, J. R. Didactic Games in Engineering Teaching - Case: Spaghetti bridges design and building contest. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING, 18, 2005, Ouro Preto. **Proceedings** [...]. Rio de Janeiro: ABCM. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/espagete/arquivos/COBEM2005-1756.pdf>. Acesso em 10 maio. 2022.

OTAKA, T. *et al.* Practical Manufacturing Education in the Mechanical Engineering Course at the School of Science and Engineering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN ENGINEERING AND SCIENCE, 3, 2014. **Proceedings** [...]. Pilsen: ICDES, 2014. Disponível em: <https://www.jsde.or.jp/icdes/proceedings/3rd-2014/pdf/2085.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

WATANABE, F. Y.; ENDO, M. T.; OGASHAWARA, O. A disciplina Iniciação à Engenharia Mecânica e o "Projeto Carrinho de Ratoeira". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40, 2012, Belém. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2012. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/103753.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.



WATANABE, F.Y. *et al.* A Disciplina "Iniciação à Engenharia Mecânica" no Contexto do Processo de Implantação do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFSCar. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 37, 2009, Recife. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/interna.php?ss=10&ctd=82>. Acesso em: 12 maio 2022.

WATANABE, F. Y. *et al.* As novas DCNs de Engenharia: desafios, oportunidades e proposições. *In:* CONGRESSO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO, 4, 2019, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: Pixel, 2020. Disponível em: <http://www.formacaodocentededidped.ufscar.br/index.php/2020/conegrad/paper/viewFile/91/185>. Acesso em: 12 maio 2022.

WATANABE, F.Y. *et al.* Desenvolvimento de Atividades de Projeto nas Disciplinas de "Iniciação à Engenharia". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38, 2010, Fortaleza. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/interna.php?ss=9&ctd=84>. Acesso em: 12 maio 2022.

WATANABE, F. Y. *et al.* Iniciação à Engenharia e à Metodologia de Pesquisa e Redação Científica. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41, 2013, Gramado. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2013. Disponível em: https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/117911_1.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

WATANABE, F. Y. *et al.* Metodologias Ativas no Ensino de Engenharia: um relato de experiência no curso de Engenharia Mecânica da UFSCar. *In:* CONGRESSO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO, 3, 2017, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: Pixel, 2018. Disponível em: https://www.prograd.ufscar.br/docentes/arquivos-docentes/Anais_IIIConEGrad_UFSCar.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

WATANABE, F. Y. *et al.* O Fishbowl como estratégia de discussão e aprendizagem ativa no ensino presencial e on-line. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 49, 2021. **Anais** [...]. Brasília: ABENGE, 2021. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3545. Acesso em: 14 maio 2022.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

INTEGRATIVE PROJECTS AND COMPETENCY-BASED FORMATION ON ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *Tuned with the requirements of the contemporary world and with changes in the student profile, the new National Curriculum Guidelines (NCGs) of the Graduation Courses in Engineering represent a huge education improvement but also brought severe concerns and difficulties to promote the necessary changes of the Pedagogical Projects. An aspect that stands out is the shift from a content-guided formation to a competency-based one. Other features indicated in the NCGs, as teamwork, integrative activities, active learning methodologies and prototype development, seems to point to a competency-centered formation. In this sense, the present paper reports the experience on a course given to freshman students that is continuously improving by adopting different strategies for teaching, learning and evaluation, including integrative projects aligned with the Engineering*



NCGs. One of these activities is the design and construction of spaghetti bridges that is detailed in the present paper highlighting the development of knowledge, skills and attitude by the students. Working with integrative projects can be a part of the solution to promote competency-based formation. However, in order to take in account different personal and learning profiles of the students, it is necessary to search for diversification and the balance between different educational strategies.

Keywords: Curriculum Guidelines, Knowledge, Skills, Attitude, Spaghetti bridge