

# FORMAÇÃO DE PROFESSORES NAS ÁREAS ESPECÍFICAS DE ENGENHARIA

TEACHER TRAINING IN SPECIFIC ENGINEERING AREAS

Wilson Gorges<sup>1</sup>, Vanessa Terezinha Ales<sup>2</sup>, Gezelda Christiane Moraes<sup>3</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v39p223-229.2020

## RESUMO

A engenharia é conservadora e, assim sendo, os professores das disciplinas profissionalizantes, em especial na área de Estruturas, tendem a compor um grupo bastante conservador e cético sobre as possibilidades de novidades e mudanças, inclusive com relação aos processos de ensino-aprendizagem. Neste artigo aborda-se as motivações e desafios dos estudantes e dos professores no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas do núcleo profissionalizante nos cursos de Engenharia, bem como a formação do professor para o emprego de metodologias ativas no ensino dessas disciplinas.

**Palavras-chave:** metodologias ativas; ensino de engenharia; disciplinas profissionalizantes.

## ABSTRACT

Engineering is conservative, and therefore, teachers of professionalising subjects, particularly in the area of Structures, tend to be a rather conservative group, skeptical about possibilities of updates and changes, including in regard to teaching and learning processes. This article approaches the motivations and challenges of students and teachers in the process of teaching and learning of the professionalising subjects in engineering programmes, as well as teacher training for the use of active methodologies in the teaching of these subjects.

**Keywords:** active methodologies; engineering teaching; professionalising subjects.

## INTRODUÇÃO

Os engenheiros são treinados para resolver problemas e – já que geralmente em seus trabalhos não existem soluções perfeitas – procuram, então, a solução ótima; aquela que se apresenta como a melhor em termos técnicos, econômicos e sustentáveis, minimizando gastos com materiais, tempo e dinheiro. O objetivo é criar um produto ou fornecer um serviço que

tem uma função. Uma vez que se começa a pensar em termos de utilidade, abandona-se o ambiente de condições e materiais ideais e se começa a trabalhar com materiais reais e em condições imprevisíveis.

Entra aqui uma característica inerente à profissão do engenheiro que é a de assumir responsabilidades e tomar decisões sabendo-se que existe a possibilidade do erro, da ruptura ou do desastre. Como errar é humano – e engenheiros também são humanos –, eles não

<sup>1</sup> Professor, M.Sc., Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR; wilson.gorges@pucpr.br

<sup>2</sup> Professora, M.Sc., Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR; vanessa.ales@pucpr.br

<sup>3</sup> Professora, M.Sc., Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR; gezelda.christiane@pucpr.br

querem assumir riscos desnecessários e a prudência passa a ser algo intrínseco à vida desses profissionais. A sociedade anseia por edifícios cada vez mais altos, máquinas mais sofisticadas e pontes cada vez mais longas. Esses desafios são aceitos e, a longo prazo, o improvável torna-se inevitável e os acidentes acontecerão. Quanto maior for a segurança prevista nesses projetos, maiores serão os seus custos.

Engenharia e rebeldia não caminham juntas. Para que pontes, edifícios e máquinas funcionem, fábricas produzam e a sociedade seja eficiente, a ordem nas coisas deve prevalecer. Dessa forma, a Engenharia é conservadora e, assim sendo, os professores desses cursos, em especial na área de Estruturas, tendem a compor um grupo bastante conservador e cético sobre possibilidades de novidades e mudanças, inclusive com relação aos processos de ensino-aprendizagem.

Neste artigo, serão abordados os desafios e motivações do professor nas disciplinas do núcleo profissionalizante nos cursos de Engenharia, bem como a formação do professor para o emprego de metodologias ativas no ensino destas, em especial, na disciplina de Engenharia de Pontes.

## REFORMULAÇÃO DOS CURRÍCULOS

Atualmente, percebe-se uma preocupação com os cursos de Engenharia devido à carga teórica elevada e à desconexão desta com a prática. Além disso, a evasão nos cursos de Engenharia equivale ao dobro dos índices de evasão em outras áreas. Há, portanto, um movimento para a elaboração de novos currículos nos cursos de Engenharia.

A Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) e a Confederação Nacional da Indústria (CNI) têm discutido a implantação da nova diretriz curricular nacional dos cursos de Engenharia há mais de dois anos.

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) está implantando novas diretrizes curriculares desde 2018. A partir do segundo semestre de 2019, esse processo foi iniciado nas disciplinas específicas dos cursos de Engenharia. Com vistas ao sucesso dessas

novas diretrizes, ocorreram cursos de preparação pedagógica para os professores envolvidos. Os cursos foram ofertados pelo Centro de Ensino e Aprendizagem (CrEARe), que é um núcleo de desenvolvimento docente vinculado à Pró-Reitora de Graduação da PUC-PR.

É importante ressaltar que a qualidade da aula ministrada está diretamente relacionada à boa formação do professor, tanto pedagógica quanto técnica, e ao alinhamento com o novo perfil do engenheiro.

Segundo Bacich e Moran (2018) a vida no século XXI tem sido cada vez mais mediada pelas tecnologias digitais da era urbana do consumo e informação. Nesse contexto, desde o século XX que as escolas e universidades têm tido que repensar a relação entre teoria e prática e entre ciência e tecnologia. No entanto, a mudança tecnológica, por si mesma, não trouxe necessariamente mais aprendizado ou inovação, pois não basta apenas utilizar a tecnologia, é preciso que ela gere experiências significativas do aprender e do ensinar.

De acordo com Buonicontro (2003), um dos problemas detectados nos cursos de Engenharia é a dificuldade que o professor tem de aplicar conceitos teóricos na prática da engenharia e de inter-relacionar os conteúdos de uma disciplina com os de outra.

De encontro com os autores citados, percebe-se que há uma necessidade de reformulação do currículo, e este movimento, realizado pela ABENGE e CNI, está acontecendo na PUC-PR; as disciplinas estão interligadas e o processo de ensino e de aprendizagem está sendo realizado por competências.

Cita-se, por exemplo, a disciplina de Engenharia de Pontes, que tem sua competência alinhada à competência do curso de Engenharia Civil: elaborar estudos e análises no campo da Engenharia Civil, otimizando recursos materiais, tecnológicos, humanos e financeiros, de forma sustentável, conforme normas e marcos legais, e demonstrando autonomia, visão sistêmica e compromisso social.

Para que o professor possa auxiliar os alunos a atingirem essa competência é preciso que ele fomente uma aprendizagem integradora, ativa e significativa. Além disso,

são necessárias ações educativas que estimulem o estudante a construir o seu conhecimento, ou seja, ações que contextualizem e reconstruam o conhecimento definido pelo currículo do curso, atrelando a ele significados ancorados na vida do estudante.

Nessa disciplina, o principal destaque da metodologia utilizada foi o *Problem Based Learning* (PBL), ou Aprendizagem Baseada em Projetos. Segundo Bacich e Moran (2018):

a aprendizagem baseada em projetos caracteriza-se por dois grupos de premissas. O primeiro grupo compreende o trabalho composto por conteúdos que sejam significativos aos alunos: aqueles que partem de questões norteadoras, trazidas pelos alunos ou pelo professor, a realização de investigação aprofundada sobre o tema e a apresentação da pesquisa para uma audiência real. O outro grupo está relacionado ao que são consideradas habilidades do século XXI, conforme abordado por um estudo do *National Research Council*, instituição norte-americana que faz pesquisas visando a criação de políticas públicas. (...) essas habilidades seriam: promover o interesse ou a necessidade pelo saber, dar voz e escolha aos alunos e promover a revisão e reflexão dos estudos e das investigações realizados. (BACICH; MORAN, 2018, p. 112)

A Figura 1 ilustra o esquema que envolve as premissas da abordagem da Aprendizagem Baseada em Projetos.

**Figura 1 – Aprendizagem baseada em projetos**



Fonte: Bacich e Moran (2018, p. 112).

## DESAFIOS E MOTIVAÇÕES DOS ESTUDANTES

Os desafios dos estudantes estão relacionados:

- Ao raciocínio adaptativo: na era digital (relativa a números, e não dados), o mundo está mudando muito rapidamente. Quando um profissional aprende um programa de computador, uma nova versão já está surgindo. A capacidade de se adaptar continuamente a novas condições, além de aprender coisas novas de maneira rápida e eficiente, é imperativa. Os alunos precisam aprender continuamente.
- À capacidade de comunicação: os futuros profissionais devem ser capazes de se comunicar de maneira efetiva com as pessoas, tanto as de sua equipe quanto as de fora desta. Os alunos precisam saber ler, escrever e se expressar bem oralmente.
- À capacidade de colaboração: o espírito de competição e independência pode ser muito importante para o desenvolvimento do aprendizado, mas o trabalho colaborativo tem também grande importância, pois a colaboração com outras pessoas é sempre necessária. Os alunos precisam ser sociáveis, disciplinados e respeitosos.
- À capacidade para resolver problemas: em um mundo em rápida mudança, há uma necessidade de profissionais que pensam criticamente e resolvem problemas, baseando-se na aplicação de conceitos e não no emprego de fórmulas. Os alunos precisam aprender a aprender.

## DESAFIOS E MOTIVAÇÕES DOS PROFESSORES

A geração Z, que abarca os jovens nascidos entre 1995 e 2010, é composta pelos primeiros a serem chamados de nativos digitais, pois já nasceram no meio digital. De forma geral, os jovens da geração Z são estudantes com a capacidade de utilização rápida da tecnologia digital, são abertos a novas tecnologias e têm reflexos aguçados, além da facilidade que têm de se conectarem com outras pessoas por meios virtuais. Certas características dos jovens dessa geração os tornam imediatistas e impacientes e, portanto, há necessidade de os professores promoverem atividades de aprendizagem ativa, em que sejam empregadas a observação, a formulação de hipóteses, a experimentação prática, o processo de tentativa e erro, a comparação de estratégias e outras técnicas. É essencial também que o professor demonstre a importância da seleção de maneira adequada, entre a quantidade praticamente infinita de informações disponíveis, daquelas que são pertinentes ao problema ou projeto em desenvolvimento. Igualmente importante é a utilização dos recursos tecnológicos para o enriquecimento cultural e potencialização do processo ensino-aprendizagem.

O primeiro passo, e o mais importante quando se trata da formação de professores, é que estes precisam querer sair da suas zonas de conforto ao se sentirem desafiados com o que as inovações metodológicas e tecnológicas têm ofertado para o ensino, ou ainda, para o processo de ensino e aprendizagem de maneira geral.

A proposta para as novas diretrizes implantadas na PUC-PR para os cursos de Engenharia envolve a utilização de metodologias ativas.

Na PUC-PR, esse desafio foi aceito e teve apoio financeiro, por meio do projeto FINEP (Financiadora de Inovação e Pesquisa). Desde 2017, esse projeto custeou a formação dos professores que se candidataram com projetos submetidos ao programa e que foram aprovados. Além disso, o FINEP financiou a construção de salas específicas desenvolvidas

exclusivamente para a proposta de metodologias ativas.

Os professores precisam investir constantemente em sua formação, para que estejam atualizados, tanto no que diz respeito às mudanças metodológicas quanto à sua formação e prática profissional. É importante criar redes de aprendizagem com colegas de profissão, estudantes, pesquisadores, coordenadores e gestores universitários.

Para que todos os estudantes tenham sucesso, o professor e os alunos devem estar engajados em um processo de aprendizado profissional colaborativo. Por meio desse aprendizado os professores fortalecem a capacidade coletiva que favorece o potencial de ensino e aprendizagem.

É necessário, também, valorizar os professores que ministram disciplinas específicas dos cursos de Engenharia, pois estes têm o conhecimento técnico, a experiência profissional e a capacidade de aplicar conceitos e conteúdos teóricos em situações práticas de engenharia. Quanto mais experiente for o professor e mais comprometido com as inovações tecnológicas e metodológicas, melhor será a efetividade da aprendizagem dos estudantes.

Segundo Bacich e Moran (2018):

[...] o professor não é visto como aquele que professa saberes e transmite informações, mas como um sujeito mais sábio e experiente que os estudantes em um determinado campo do conhecimento. Um sujeito que sabe planejar e gerir ativamente situações de aprendizagem de modo contextualizado e desafiador. Portanto, o professor torna-se um designer de situações problema bem formuladas, situações de aprendizagem em que ele, professor, é mediador da construção de conhecimentos realizada pelo estudante. Nesse sentido, afirma-se como sujeito crítico reflexivo, que estuda o saber acadêmico, os saberes a ensinar e atua ativamente na construção do 'saber ensinado'. (BACICH; MORAN, 2018, p. 189)

Isso tudo pode ficar comprometido se o professor não tem mais conhecimento prático e experiência profissional do que os seus alunos.

## METODOLOGIAS APLICADAS NA DISCIPLINA DE ENGENHARIA DE PONTES

Seguindo-se a ementa e o planejamento desenvolvidos para a disciplina de Engenharia de Pontes, as aulas iniciais abordam aspectos introdutórios, como definições, conceitos básicos, história, elementos constituintes, ações solicitantes entre outros.

Em seguida, iniciou-se o estudo do vigamento principal de uma ponte rodoviária em duas vigas isostáticas de concreto armado. Explicou-se para os estudantes que nos próximos encontros iria ser utilizada a dinâmica da metodologia PBL – *Problem Based Learning* (ou Problematização).

Primeiramente, foi apresentado um anteprojeto de uma ponte rodoviária em vigamento simples de concreto armado, baseado em uma obra e situações reais de engenharia. Explicou-se que o anteprojeto em questão foi adaptado a partir de uma ponte projetada pelo autor na rodovia Maringá-Kaloré e construída nos anos 1990.

Essa situação-problema apresentada em sala de aula foi então analisada pelo professor junto com os estudantes ao longo das aulas da disciplina. Foram descritos os aspectos geométricos da ponte: disposição dos diversos elementos estruturais, principais e secundários; dimensões principais das seções transversais; e dimensões na direção longitudinal, com definição do vão teórico e comprimentos dos balanços. Em seguida, discutiu-se sobre a definição da classe do concreto e categoria do aço a serem empregados, bem como as condições de agressividade ambiental do local de implantação da obra.

Na sequência dos trabalhos, lembrou-se de como se deve proceder para a determinação das ações permanentes e dos trens de carga móveis que solicitam a estrutura. Foram determinados os esforços solicitantes correspondentes nas diversas seções de cálculo e dimensionadas as seções críticas à flexão e ao cisalhamento, incluindo a verificação da fadiga do material.

Nas aulas seguintes, continuou-se a analisar a situação-problema apresentada

anteriormente, dessa vez a respeito das vigas transversais, lajes do tabuleiro e, por fim, da determinação dos esforços horizontais que atuam nas superestruturas das pontes e da distribuição desses esforços entre os apoios de pontes com estrados contínuos.

Pelo fato de sempre ter se tratado, ao longo da disciplina, de uma situação real de engenharia, os alunos se sentiram muito mais motivados no estudo dos tópicos de aprendizagem levantados durante as discussões da situação apresentada, empregados e avaliados durante o desenvolvimento das análises e procedimentos normativos que devem ser seguidos obrigatoriamente para a resolução do problema.

Percebeu-se que a grande maioria dos estudantes – em breve futuros profissionais – tem consciência clara da importância de se conhecer o maior número de conceitos e informações possíveis para embasar a futura profissão. Percebeu-se também, claramente, que esses estudantes já não gostam de ser tratados “como se fossem crianças” e alguns deles até externam tal sentimento e agradecem por serem tratados como profissionais.

Reforçou-se sempre, junto aos alunos, a importância de se conhecer a história dos insucessos da engenharia estrutural e das pontes, a fim de se evitar a repetição de problemas e desastres ocorridos anteriormente, normalmente com graves consequências e comprometedores de carreiras (centenas e centenas de profissionais anônimos) e de suas memórias (Theodore Cooper, Sir Thomas Bouch, Leon Moisseiff, Sérgio Naya, John Parcel, Riccardo Morandi etc.). Refletiu-se continuamente sobre a necessidade absoluta de se evitar a todo custo erros de projeto e de execução. Errar é humano e, afinal de contas, engenheiros também são humanos. Eles até podem errar, mas devem necessariamente encontrar o erro antes que a natureza o faça.

Além da metodologia de PBL, foram também empregadas outras técnicas e metodologias, como, por exemplo, o *Kahoot*, *Flipped classroom* e o *Five Card Fast Pass*, estratégia na qual os estudantes escrevem em um papel suas considerações ou opiniões sobre um certo aspecto conceitual da disciplina e, na sequência, trocam o papel com pelo menos

cinco pessoas diferentes; após isso, alguns estudantes leem os registros que chegaram às suas mãos.

## CONCLUSÕES

A partir do primeiro dia em seus trabalhos, os engenheiros recém-formados descobrem que existem muitos aspectos práticos que não são ensinados na sala de aula, e muitos desses aspectos nem podem ser ensinados, como o bom senso, por exemplo. Em cada dia de suas carreiras, o profissional aprende algo novo, uma nova lição. Contudo, um professor que tem experiência profissional acumulada ao longo de alguns anos exercendo a profissão pode fornecer aos seus estudantes muitos detalhes práticos que podem ajudar nesse processo.

O tempo dispensado para o estudo dos conceitos mais teóricos da profissão, tais quais aqueles de disciplinas como Matemática, Física, Mecânica e Resistência, é muito importante. Esses conceitos vão ser essenciais para auxiliar o profissional a pensar de forma clara e desenvolver a sua capacidade de raciocínio lógico e a como modelar e solucionar os problemas que são encontrados diariamente.

Deve ser procurado, nos currículos acadêmicos dos cursos de Engenharia, um equilíbrio correto entre a teoria e a prática. O meio acadêmico deve reconhecer que os seus graduados devem estar preparados para enfrentar o mundo real: um mundo real que geralmente não perdoa e não dá tratamento ou condições especiais. Todavia, os empregadores também devem entender que o mundo real não irá evoluir se não forem feitos investimentos em treinamento e preparação de sua força de trabalho. Por fim, devemos ter esperança de que cada profissional estará dedicado a uma educação e aprimoramento constantes ao longo de suas vidas.

## AGRADECIMENTO

O devido agradecimento é prestado ao Projeto FINEP, que apoiou financeiramente este estudo, ao CrEARe (Centro de Ensino e Aprendizagem) da PUC-PR, e a todas as professoras e professores nele envolvidos, que proporcionaram a oportunidade de se analisar e refletir sobre a prática pedagógica em sala de aula. Os cursos, oficinas e inúmeras discussões ofertadas permitiram a integração às novas metodologias, tornando mais evidente como os estudantes podem participar com maior protagonismo do processo de ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Série Desafios da educação. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARKLEY, E; CROSS, P; MAJOR, C. H. **Collaborative Learning Techniques: A Handbook for College Faculty**. 1st Edition. San Francisco, CA: Jossey Bass, 2005.
- BARKLEY, E; MAJOR, C. H. **Learning Assessment Techniques: A Handbook for College Faculty**. 1st Edition. San Francisco, CA: Jossey Bass, 2013.
- BIGGS, J; TANG, C. **Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does**. 3. ed. New York: Open University Press, 2007.
- BUONICONTRO, C. M. S. Interação teoria e prática no ensino da engenharia: uma experiência pedagógica no curso de engenharia mecatrônica da PUC Minas. **Anais... XXXI COBENGE: RIO DE JANEIRO/RJ**, 2003.
- SCALLON, G. **Avaliação da aprendizagem numa abordagem por competências**. Curitiba: PUCPRess, 2015.
- SPRICIGO, C; OLIVEIRA, J; MARTINS, V. **Mosaico de cinco cores: princípios orientadores para os processos de ensino e aprendizagem na educação superior**. Curitiba: PUCPRess, 2016.

## DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



**Wilson Gorges** – Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1985) e mestrado em Engenharia Civil pela Miyazaki University, Japão (1995). Atualmente é professor adjunto da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, lecionando no curso de Engenharia Civil, e engenheiro consultor senior na empresa Projeth Estruturas SC Ltda. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projeto de estruturas de concreto, atuando principalmente nos seguintes temas: concreto armado; concreto protendido; pré-moldados e pré-fabricados; pontes; instalações industriais; recuperação, reforço, alargamento e içamento de pontes.



**Vanessa Terezinha Ales** – Possui grau de Licenciatura e Bacharelado em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2005) e Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2008). Atualmente é professora da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e professora assistente da Universidade Federal do Paraná.



**Gezelda Christiane Moraes** – Professora Mestre em Engenharia Mecânica (2005) pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Licenciatura em Matemática (2003) pela mesma instituição. Atualmente leciona nas seguintes instituições de ensino: PUC-PR, lotada no Eixo de Matemática da Escola Politécnica, e também na Rede Pública de ensino do Estado do Paraná, lecionando a disciplina de Matemática no Ensino Fundamental e Médio. Tem experiência na área de Matemática e também na área de simulação numérica.