



EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: DESAFIOS, EXPERIÊNCIAS DE INOVAÇÃO E DIRETRIZES

Claudia Maria Bezerra da Silva ¹
Sérgio Paulino Abranches ²

RESUMO: O objetivo desta pesquisa é discutir a educação em Engenharia, em um diálogo sobre os desafios, as experiências de inovação e as diretrizes que norteiam a formação. Como metodologia, realizou-se uma revisão da literatura e análise documental. Os resultados apontam que em Escolas de Engenharia no Brasil e no mundo existem exemplos de formação que caminham na direção de proporcionar, além de sólidos conhecimentos técnicos, uma visão abrangente, contextualizada e prática. É uma realidade necessária e que precisa, cada vez mais, ser difundida na perspectiva de delinear uma cultura que se oponha à simples certificação burocrática ou com atividades reduzidas à resolução de cálculos para formar um corpo de conhecimento. Proporcionar aos estudantes experiências de aprendizagem que os envolvam no processo de formação é uma forma de atender às diretrizes da área, se adequando às demandas da sociedade e do mercado de trabalho.

Palavras-chave: Educação em Engenharia, Experiências de Inovação, Diretrizes Curriculares.

INTRODUÇÃO

A busca por um ambiente educacional construtivo abrange proporcionar ao estudante experiências de aprendizagem nas quais possa explorar, pensar, interagir e aplicar conhecimento. A diversificação das metodologias por meio de recursos, abordagens e estratégias pedagógicas contextualizadas proporcionam a participação ativa, o envolvimento e a construção de conhecimento. Essa preocupação permeia Escolas de Engenharia no Brasil e no mundo, modificando as tradicionais práticas.

É um debate que rechaça as práticas docentes ancoradas na teoria dissociada da prática (ESCRIVÃO FILHO; RIBEIRO, 2009; FELDER; BRENT, 2004; PRINCE, 2004), em um movimento para que as atividades não sejam reduzidas à resolução de cálculos para formar um corpo de conhecimento que, posteriormente, é dada aplicabilidade no momento do exercício da profissão. Vai ao encontro do perfil do engenheiro que vai projetar e construir soluções para problemas do mundo real e que coloca demandas por uma formação que inclua práticas de aprendizagem mais consistentes.

1 Doutoranda em Educação Matemática e Tecnológica pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, claudiambezerra@yahoo.com.br;

2 Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

A ideia se caracteriza fundamentalmente pela motivação, de tal forma que o estudante se torne mais ativo e responsável pela própria aprendizagem, ou seja, efetivo em uma experiência que seja prazerosa (FILHO et al., 2019). Introduzir essa prática na educação em Engenharia contribui para incentivar o protagonismo do estudante em uma formação contextualizada para resolver problemas do campo profissional quando egresso.

METODOLOGIA

Este artigo é um recorte do estudo de doutorado em andamento pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, cuja temática é a crença de autoeficácia em estudantes de Engenharia e a influência das metodologias ativas. Aqui, o objetivo é discutir a educação em Engenharia, em um diálogo sobre os desafios, as experiências de inovação e as diretrizes que norteiam a formação.

A construção teórica foi realizada por meio de revisão da literatura, que permitiu o conhecimento a partir de enfoques e abordagens de diferentes autores, estabelecendo um diálogo reflexivo entre as abordagens e o objetivo em questão. Também foi realizada a análise documental, tendo como fontes os materiais que regulamentam a formação, entre eles as antigas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) da Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES nº 11/2002) e as atuais (Resolução CNE/CES nº 2/2019). Assim, o referencial está pautado na investigação sobre a educação em Engenharia, apresentando um histórico do surgimento e reflexão sobre a formação.

A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: SURGIMENTO DOS CURSOS E DESAFIOS

O primeiro curso regular de Engenharia foi em 1747, quando criada a *École Nationale des Ponts et Chaussées*, na França. A escola tinha foco na formação de construtores, indicando que os precursores diplomados foram o que hoje conhecemos como engenheiro civil. Já no Brasil, o marco do curso em uma instituição data de 17 de dezembro de 1792 na Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho na cidade do Rio de Janeiro. Nessa, os oficiais de Infantaria e Artilharia concluíam seus cursos em até cinco anos, e os que queriam se dedicar à Engenharia continuavam na formação, o que totalizava seis anos. O tempo a mais concentrava as disciplinas específicas da área, que eram: Arquitetura Civil, Materiais de Construção, Caminhos e Calçadas, Hidráulica, Pontes, Canais, Diques e Comportas (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2010). Era uma formação técnica destinada aos oficiais e engenheiros militares para o Brasil Colônia, dando forma aos primeiros estudos superiores de Ciências Exatas e as suas aplicações no país.



Mais tarde, por meio da assinatura da Carta de Lei, em 4 de dezembro de 1810, o Príncipe Regente D. João VI criou a Academia Real Militar, que sucedeu e substituiu a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. Até então, atendendo apenas a formação de militares, em outubro de 1823, um decreto permitiu a matrícula de estudantes civis que não faziam parte do Exército. A Instituição sofreu várias outras reformas e transformações, sendo a precursora da atual Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e faz parte, também, da origem do Instituto Militar de Engenharia (IME).

Com o passar dos anos, outras Escolas de Engenharia foram surgindo e crescendo no Brasil, influenciadas pelo desenvolvimento da tecnologia, das condições econômicas, políticas e sociais, além das relações internacionais. Algumas delas foram: a Escola de Minas de Ouro Preto, em 1876; a Escola Politécnica de São Paulo, em 1893; a Escola de Engenharia de Pernambuco, em 1985; a Escola de Engenharia Mackenzie e a Escola de Engenharia de Porto Alegre, em 1896; e a Escola Politécnica da Bahia, em 1897.

O papel importante da Engenharia para o desenvolvimento econômico e melhoria das condições de vida da população contribui tanto para o presente quanto para o desenho e construção do futuro. Por meio da projeção, estudo, desenvolvimento e avaliação de construções, instrumentos, métodos ou processos nos mais distintos campos, podemos ver os resultados da área, o que fez surgir vários cursos. Atualmente podemos encontrar a Engenharia de Alimentos, Civil, Computação, Mecânica, Materiais, Biomédica, Naval, Produção, Minas, Eletrônica, Energia, entre outras. É um processo de formação com a contribuição de áreas como a Matemática, Biologia, Física, Química, Astrofísica, Geologia, Informática e Medicina, em um redemoinho de conhecimentos que o engenheiro adquire, colocando as instituições de ensino como espaços de excelência e que merecem atenção.

Nesse sentido, discussões buscam refletir sobre como ocorrem os processos de ensino e de aprendizagem na área, na tentativa melhores caminhos para a formação. Escrivão Filho e Ribeiro (2009) apontam que muito se discute sobre as deficiências do modelo de formação do engenheiro, com denúncias variadas que vão desde o desinteresse e a apatia dos estudantes em sala de aula até a falta de iniciativa e o comportamento profissional inadequado dos egressos. Ademais, o currículo dos cursos também merece destaque. Muitos continuam baseados em modelos concebidos na segunda metade do século passado, enquanto que o contexto de mundo e a dinâmica de intensas transformações exigem uma adequação da forma de pensar e de formar engenheiros (FERRAZ et al., 2021).

Existe a necessidade de preparar os estudantes para a complexa atuação profissional no mundo de hoje, mas ainda é comum currículos com disciplinas colocadas de forma linear e

compartimentada. Assim, na educação em Engenharia ainda predominam os currículos tradicionais, a fraca interdisciplinaridade e a integração tardia entre os diferentes componentes curriculares, a teoria/prática e o mundo escolar/mundo profissional (ESCRIVÃO FILHO; RIBEIRO, 2009).

O conhecimento acadêmico disciplinarmente organizado nesses moldes dificulta a compreensão do conteúdo pelo estudante dada à inexistência de contextualização e ligação entre os saberes. É uma educação organizada para permitir que sejam praticadas habilidades mecânicas, conhecimentos decorados ou um meio saber livresco e intelectualista, com poucas situações reais. Ao estudante, fica uma singular indisposição para a ação, enquanto que as instituições de ensino “(...) a reflexão, a criticidade, a análise e outros fatores que se fazem indispensáveis nos dias atuais não ganham espaço nos herméticos currículos que permitem apenas atenção para as inovações tecnológicas” (BAZZO; PEREIRA, 2019, p. 171).

Sendo os cursos de Engenharia basicamente conduzidos por engenheiros que se tornam professores pela experiência, essas questões acabam minando o processo formativo, sem que grande parte deles tenha alcançado a consciência plena do que reproduzem. Salvo iniciativas que, em alguns casos, acontecem de forma isolada e não abarca um projeto coletivo de todo o curso, o ensino se torna em alguns contextos um ato puramente descritivo. É a problemática da inadequação entre os saberes separados, compartimentados entre as disciplinas e as realidades (MORIN, 2008), que surge no pensamento redutor de fragmentar na intenção de conhecer melhor.

Em outras palavras, a fragmentação rejeita os laços e as intercomunicações, privilegiando uma ideia que parcela, desune e compartimenta os saberes, tornando cada vez mais difícil a sua contextualização. São práticas ancoradas na teoria dissociada da prática e que pouco se considera a participação do estudante na construção do conhecimento (BAZZO; PEREIRA, 2019; ESCRIVÃO FILHO; RIBEIRO, 2009; FELDER; BRENT, 2004; OLIVEIRA, 2019; PRINCE, 2004). A formação do futuro profissional, então, se enquadra e engessa, não permitindo a participação, o diálogo e a construção pedagogicamente produtiva.

As implicações para a aprendizagem do estudante surgem para situar informações em seu contexto de modo que adquiram sentido. Do ponto de vista das habilidades básicas, Goldberg (2009) afirma que existem dificuldades como: fazer perguntas; nomear objetos tecnológicos; modelar processos e sistemas; decompor problemas complexos em menores; coletar dados para análise; visualizar soluções e gerar novas ideias; e comunicar soluções de forma oral e por escrito. A formação moldada à produção de um pensamento puramente

mecânico e descontextualizado acaba por inibir a potente capacidade do pensamento e reprimir o espaço de protagonismo que deveria ser inerente ao estudante.

A percepção é a de que a formação do engenheiro está envolvida por uma grande armadilha epistemológica que reside na premissa de que o profissional deve ser treinado para uma função estritamente técnica. No entanto, seu trabalho se potencializa exatamente na habilidade de transformar a técnica em acontecimentos criativos e significativos para a sociedade. Esses aspectos requerem um posicionamento da educação, para que os futuros profissionais possam atuar em uma sociedade em permanente processo de transformação.

O desafio é que a formação proporcione a articulação entre o conhecimento construído com as possibilidades reais de aplicação, indo além do modelo fragmentado e desconectado visualizado na educação tradicional. Para tanto, a educação em Engenharia oferece oportunidades de aplicar diferentes estratégias e abordagens, como aula em laboratório, trabalho em equipe e desenvolvimento de projeto. Uma aprendizagem prática, contextualizada e com uso de tecnologias pode ser incorporada em qualquer curso (BARBOSA; MOURA, 2014; WANKAT; BULLARD, 2016), apenas dependendo do nível de conforto e comprometimento do professor (WANKAT; BULLARD, 2016). Experiências em andamento existem e precisam, cada vez mais, ser ampliadas e valorizadas, permitindo a inovação nas práticas pedagógicas e a aprendizagem construtiva.

EXPERIÊNCIAS DE INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Inovar a educação em Engenharia é uma realidade que permeia a área, movimentando diversas instituições. Algumas iniciativas fomentam a discussão, como o *International Congress of Engineering*, promovido pela *Society for the Promotion of Engineering Education*, na cidade de Chicago em 1893. Primeiro congresso realizado na área de Engenharia, teve o professor Willian H. Burr na palestra *The ideal engineering education* já demonstrando a necessidade de mudanças no ensino com uma crítica à aula meramente expositiva. Recomendou, então, que o método de recitação de livro-texto deveria ser trocado por pequenos trabalhos de modo a incentivar o estudante a pensar e se sentir trabalhando ativamente (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2010).

No Brasil, a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) é responsável por publicar a Revista de Ensino de Engenharia e organizar desde 1973 anualmente o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). São iniciativas que movimentam o mundo acadêmico estimulando a pesquisa e novas práticas em sala de



aula, fundamentando o professor com conhecimento para imprimir maior sentido às atividades.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) unida a outras instituições também tem sua parcela de contribuição. Há alguns anos publicou dois estudos: em 2006, o Inova Engenharia apresentou propostas práticas para aproximar teoria/prática e educação/tecnologia, de modo a alcançar o perfil do profissional requerido pelo mundo do trabalho. Em 2010, o Engenharia para o Desenvolvimento traz a sustentabilidade, a inovação e a responsabilidade social como paradigmas de referência para a formação dos engenheiros visando o desenvolvimento econômico e social do país.

Esses exemplos indicam que o processo de inovação requer uma mudança institucional ampla, construindo um diálogo permanente entre instituições de ensino, mercado de trabalho e sociedade. É um movimento que pode contribuir para que a formação dos futuros engenheiros seja estruturada de acordo com as demandas econômicas e sociais, o que refutaria uma educação pautada em práticas resistentes a mudanças.

Estratégias que vão nessa direção têm sido levantadas em vários países. Nos Estados Unidos (EUA), o *Olin College of Engineering*, foi fundado em 1997 com a proposta de se contrapor ao formato pautado pela transferência de conhecimento, por estruturas curriculares rígidas, métodos pedagógicos obsoletos e departamentos isolados. A pedagogia utilizada na Instituição faz uso intensivo da Aprendizagem Baseada em Projetos, com oportunidade para o aprendizado multidisciplinar, o trabalho em equipe e a resolução de problemas do mundo real.

O foco é ensinar aos estudantes como aprender de forma independente e dominar as habilidades necessárias para descobrir o conhecimento, em vez de focar implacavelmente em conjuntos de problemas e equações matemáticas (MILLER, 2019). Em sua essência, o *Olin College* se destaca por visualizar a educação como um processo que deve ser praticado e não como um conjunto de conhecimentos para ser absorvido pelo estudante. Atualmente, esse pode ser um ideário que está mais disseminado do que, provavelmente, quando implantado há mais de 20 anos na Instituição. No entanto, essa experiência exitosa é importante para estimular a mudança de prática em outras escolas de Engenharia mundo afora.

A perspectiva de uma nova visão da educação em Engenharia de modo a atender às demandas do mundo real fez o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) liderar uma iniciativa de grande impacto. Com o apoio de escolas de Engenharia nos EUA, Europa, Canadá, Reino Unido, África, Ásia e Nova Zelândia, deu início em 2000 ao CDIO (*Conceive, Design, Implement, Operate*). O projeto é baseado na premissa de que os engenheiros devem ser capazes de: Conceber - Projetar - Implementar - Operar sistemas e produtos do mundo



real. Para tanto, utiliza o trabalho em equipe, atividades inovadoras em laboratórios e desenvolve projetos acadêmicos em conjunto com organizações e indústrias, para que exista melhor aprendizado dos conhecimentos teóricos e proporcione habilidades pessoais e interpessoais. A motivação do CDIO é a de que o bom engenheiro é aquele que não só possui profundo conhecimento científico e tecnológico, mas também é capaz de colocá-los em prática (CRAWLEY et al., 2007).

Atualmente existe uma comunidade com mais de 170 universidades ao redor do mundo que aplicam o CDIO na formação dos engenheiros. No Brasil, em 2014 o IME foi a primeira instituição pública federal a se tornar membro da iniciativa, buscando a excelência na educação em Engenharia. Além do IME, outras poucas universidades estão associadas no país, que são: A Escola de Engenharia de Lorena, o Instituto Nacional de Telecomunicações, o Centro Universitário Salesiano de São Paulo, a Universidade Federal da Grande Dourados, a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, a Universidade Federal de Santa Maria e o Centro Universitário Toledo.

Mais recente, em 2017, o MIT também lançou o programa *New Engineering Education Transformation (NEET)* para repaginar os cursos de Engenharia na Instituição. O NEET inclui vários departamentos e tem foco na aprendizagem interdisciplinar e centrada em projetos, visando preparar os estudantes para a resolução de problemas, cultivando as competências e os conhecimentos para enfrentar os desafios colocados pelo século XXI. Considerada como uma Instituição de excelência na educação em Engenharia (GRAHAM, 2018), o MIT coloca em prática uma metodologia mais flexível, não prescritiva e em diálogo com os desafios globais da área. Na mesma direção da inovação, a *University College London*, na Inglaterra, implantou em 2014 o *Integrated Engineering Programme (IEP)*, envolvendo uma reforma profunda no currículo. A metodologia é construída a partir de projetos interdisciplinares para solução de problemas reais desenvolvidos em parceria com indústrias. Assim, são executados projetos que ocorrem em ciclos com duração determinada e, à medida que os estudantes avançam no curso, vai aumentando o grau de complexidade (GRAHAM, 2018).

Por fim, apresento o exemplo da *Pontificia Universidad Católica de Chile* que também tem se destacado pelas metodologias de ensino e de aprendizagem adotada. Fruto de um grande processo de revisão e modernização, em 2014 a PUC lançou o projeto *The Clover – Ingenieria 2030* em parceria com a *Universidad Técnica Federico Santa María*. Foi o início de mudanças que ocorreram para priorizar a aprendizagem ativa, interdisciplinar, interagindo com a indústria e que utiliza a tecnologia para responder às necessidades da sociedade.



As experiências demonstram o esforço em oferecer a formação que combine teoria e prática, viabilizando a aprendizagem ativa e a dinamização da docência. A repercussão positiva de experiências como as brevemente elencadas permite afirmar que existe um movimento de renovação na educação em Engenharia, que inclui desde as escolas mais antigas às recentemente criadas. Essa é uma demanda necessária para uma área que, além de uma sólida formação técnica, necessita de uma visão abrangente, contextualizada e prática.

Ressignificar a educação em Engenharia, com novas experiências de formação, torna possível uma cultura que se opõe à simples certificação burocrática. Dialogando com essas experiências, estão as atuais DCNs, aprovadas em 2019. Elaboradas para nortear os processos de ensino e de aprendizagem dos cursos no Brasil, trazem a ideia de que as instituições formem engenheiros não apenas com capacidades técnicas, mas também com competências para atender às demandas sociais e econômicas oportunizadas pelo mundo do trabalho.

DCNs DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

O movimento no sentido da normatização dos cursos de Engenharia no Brasil iniciou por meio da Resolução CFE nº 48/1976 que fixou os mínimos de conteúdos e a duração, além de definir áreas de habilitação. Mesmo sendo um marco importante, a resolução apresenta um engessamento com foco nas disciplinas dos cursos e suas ementas indicando, inclusive, os conteúdos e a carga horária, o que não possibilitava as diversidades de cada contexto. Anos mais tarde, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394/1996, foi indicado a construção de um modelo de formação superior mais flexível com autonomia às universidades para fixar os currículos dos seus cursos. Com isso, as instituições são fomentadas a elaborar os próprios projetos pedagógicos, abrindo possibilidade para o diálogo, a inovação e o atendimento às peculiaridades.

As primeiras DCNs das Engenharias foram homologadas por meio da Resolução CNE/CES nº 11/2002 a partir do Parecer CNE/CES nº 1.362/2001. Definindo os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação do engenheiro, apresentaram uma proposta de currículo entendido como um conjunto de “(...) experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado” (BRASIL, 2001, p. 2). Assim, deveriam ser estimulados o desenvolvimento de trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e atividades empreendedoras (BRASIL, 2002).



Essas atividades visavam um horizonte de formação com contextualização social e econômica mais abrangente, na qual o estudante desempenha um papel ativo de construção do conhecimento sob a orientação do professor. Mas, apesar de apontar a importância da participação do estudante no processo de aprendizagem, a resolução acabou não aprofundando a questão. Essa foi uma fragilidade que poderia fornecer subsídios importantes aos professores para o trabalho em sala de aula. Não obstante, as primeiras diretrizes significaram uma referência para a formação dos futuros engenheiros, permanecendo em vigência por dezessete anos.

Em 2019, foram implantadas as atuais DCNs da Engenharia por meio da Resolução CNE/CES n° 2/2019 fundamentada pelo Parecer CNE/CES n° 1/2019. A reformulação surgiu da necessidade de mudanças diante das transformações no mundo da produção e do trabalho e para estabelecer diretrizes inovadoras, repensando a formação do profissional (BRASIL, 2019a). O processo de elaboração contou com amplo debate entre órgãos de representação profissional, acadêmica e industrial, que contribuíram com a construção. Participaram representantes do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), da ABENGE e da CNI, além de especialistas de diversas instituições e representantes governamentais do campo da educação (BRASIL, 2019a).

Como resultado, as DCNs indicam uma formação que proporcione, além do forte conhecimento técnico, o desenvolvimento de competências e de características como: a visão crítica e criativa, a reflexão, a cooperação, e a aptidão para pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias (BRASIL, 2019b). O ponto principal é imprimir maior sentido, dinamismo e autonomia ao processo de aprendizagem por meio do engajamento do estudante em atividades práticas desde o primeiro ano do curso. Para tanto, uma questão pouco explorada nas DCNs anteriores foi mais bem explicitada, que foi a ênfase na inovação pedagógica para a aprendizagem do estudante. Assim, aponta no Artigo 6° Parágrafo 6°, que “Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno” (BRASIL, 2019b, p. 4).

O processo de construção do conhecimento que estimula a participação e a atitude investigativa pode despertar no estudante o interesse e o envolvimento para aprender. Desse modo, de acordo com as DCNs (BRASIL, 2019b), devem ocorrer atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola. A capacidade para uma visão sistêmica na abordagem dos problemas vivenciada desde a formação é proporcionada por meio de experiências práticas e ativas que dão protagonismo ao estudante para o desenvolvimento de suas competências

técnicas e humanas. O que se espera é que os engenheiros desenvolvam não apenas o lado “(...) profissional, mas também do cidadão-engenheiro, de tal modo que se comprometa com os valores fundamentais da sociedade na qual se insere” (BRASIL, 2019a, p. 25).

O aprendizado que acontece a partir de problemas e situações reais que serão vivenciados durante a vida profissional estimula o despertar do cidadão no profissional engenheiro, provocando a reflexão sobre o trabalho e as consequências para a sociedade. É uma oposição ao paradigma que reduz a Engenharia meramente à elaboração de projetos e produtos mais perfeitos tecnicamente, econômicos e eficazes. Dá, então, a compreensão do engenheiro que utiliza seus conhecimentos em benefício da sociedade, buscando não apenas a modernização tecnológica, mas o desenvolvimento fundamentado em preocupações humanas e sociais.

Um processo educativo que vai além da aquisição de conteúdos, oportunizando o protagonismo, o desenvolvimento de competências e a capacidade de aplicá-las em situações reais e com soluções às necessidades da sociedade permeia as atuais DCNs. Em um sentido mais amplo, não se trata de compreender as informações ou dados isolados, mas buscar as conexões, relações e contradições que sejam capazes de distinguir e, ao mesmo tempo, de religar os conhecimentos. Os conteúdos, assim, são trabalhados com um propósito claro de aplicação. E as experiências de aprendizagem passam a ser tão importantes quanto os conteúdos, pois, quando vivenciadas, produzem conhecimento que será aproveitável para outras situações, com novas direções e significados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi discutir a educação em Engenharia, em um diálogo sobre os desafios, as experiências de inovação e as diretrizes que norteiam a formação. A construção teórica apresentou a necessidade de difundir uma cultura que proporcione aos estudantes experiências de aprendizagem que os envolvam no processo de formação, em uma participação ativa.

A educação em Engenharia é, portanto, incentivada a atuar na perspectiva de uma formação que proporcione ao estudante o protagonismo de seu processo de busca e construção de conhecimento. É uma formação que não se reduz ao mero corpo de conteúdos técnicos, em que cabe a atividade de cursar e ser aprovado em um número de disciplinas que completem o currículo. O desafio cotidiano se encaminha na difusão desse cenário, que já abarca várias iniciativas em instituições no Brasil e no mundo, mas que devem, cada vez mais, se expandir.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de Engenharia. **Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education**, v. 13, p. 110-116, 2014. Disponível em: <http://copec.eu/intertech2014/proc/works/25.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. Rompendo paradigmas na educação em Engenharia. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, v. 14, n. 41, p. 169-183, 2019. Disponível em: <http://www.revistacts.net/contenido/numero41/rompendo-paradigmas-na-educacao-em-engenharia/>. Acesso em: 05 jul. 2021.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 31 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES nº 01**, de 23 de janeiro de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Brasília, 2019a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 09 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES nº 1.362**, de 12 de dezembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Brasília, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 2**, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2019b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 04 jun. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 11**, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15766-ces011-02&category_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 08 jul. 2021.
- CRAWLEY, E. F.; MALMQVIST, J.; ÖSTLUND, S.; BRODEUR, D. R. F. **Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach**. New York: Springer, 2007.
- ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. de C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem baseada em problemas: Relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Minerva: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009. Disponível em: [http://www.fipai.org.br/Minerva%2006\(01\)%2003.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2006(01)%2003.pdf). Acesso em: 13 jun. 2021.
- FELDER, R. M.; BRENT, R. The ABC's of engineering education: abet, Bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on. **Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition**, p. 1-12, 2004. Disponível em:



http://bioinfo.uib.es/~joe/sem doc/PlansEstudis/ABET_Criteria_PTE/ABET_Bloom's_taxonomyASEE04.pdf. Acesso em: 13 jun. 2021.

FERRAZ, T. G. de A.; MINHO, M. R. da S.; ARAÚJO, R. G. B. de; LORDELO, S. N. de B.; NOGUEIRA, T. B. R.; Experiências do SENAI-CIMATEC na reformulação da graduação em Engenharia: do desenho curricular à avaliação da aprendizagem. In: CNI - Confederação Nacional da Indústria, SESI - Serviço Social da Indústria, SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, IEL - Instituto Euvaldo Lodi. **O Futuro da Formação em Engenharia**: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades. Brasília: CNI, 2021. p. 85-102.

FILHO, G. E.; SAUER, L. Z.; ALMEIDA, N. N.; VILLAS-BOAS, V. **Uma nova sala de aula é possível**: aprendizagem ativa na educação em engenharia. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

GOLDBERG, D. E. The missing basics & other philosophical reflections for the transformation of engineering education. **PhilSciArchive**, 2009. Disponível em: <http://philsci-archive.pitt.edu/4551/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

GRAHAM, R. **The Global State of the Art in Engineering Education**. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2018. Disponível em: <https://res2.weblium.site/res/5e5837ace8e6180021564660/5edeabcd44e8300022bf5a9f>. Acesso em: 16 jul. 2021.

MILLER, R. K. Lessons from the Olin College Experiment. **Issues in Science and Technology**, v. 35, n. 2, p. 73-75, 2019. Disponível em: <https://issues.org/lessons-from-the-olin-college-experiment/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

OLIVEIRA, V. F. Evolução da organização do curso de Engenharia no Brasil. In: OLIVEIRA, V. F. (org.) **A engenharia e as novas DCNs**: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. p. 8-32.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N. Retrospecto e atualidade da formação em Engenharia. In: CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Brasília: INEP; CONFEA, 2010. p. 21-48.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004. Disponível em: https://www.engr.ncsu.edu/wpcontent/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQmI/2004-Prince_AL.pdf. Acesso em: 29 maio 2021.

WANKAT, P. C.; BULLARD, L. G. The Future of Engineering Education – Revisited. **Chemical Engineering Education**, v. 50, n. 1, p. 19-28, 2016. Disponível em: <https://journals.flvc.org/cee/article/view/87713>. Acesso em: 04 jul. 2021.