

ESTUDO DE CASOS E O ENSINO DE ÉTICA NAS ENGENHARIAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

CASE STUDY AND THE TEACHING OF ETHICS IN ENGINEERING: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

Pedro Bruno Silva Lemos¹, Sandro César Silveira Jucá², Solonildo Almeida da Silva³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p554-567.2022

RESUMO

No contexto hodierno, verifica-se uma exígua produção científica a respeito da eficácia e da adequabilidade das metodologias utilizadas no ensino de ética em cursos de Engenharias. Em especial, observa-se a necessidade de pesquisas acerca do estudo de casos, principal metodologia aplicada em propostas de ensino direcionadas para a abordagem dos aspectos éticos da atuação profissional do engenheiro. Isso posto, o presente artigo objetiva analisar e discutir propostas de ensino de ética nas Engenharias centradas no uso do estudo de casos. Para tanto, este trabalho foi pautado na realização de uma revisão integrativa nas bases *online* de publicações científicas *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e *Web of Science*. A análise dos artigos e trabalhos publicados em anais de eventos internacionais evidenciou a relevância do estudo de casos para a formação ética em cursos de Engenharias. Foi identificada, em adicional, a importância da implementação de propostas de ensino que associem a aplicação do estudo de casos à adoção de metodologias que possibilitem aos estudantes a identificação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais que permeiam o exercício profissional do engenheiro contemporâneo. Por fim, a revisão da literatura atestou a escassez de pesquisas sobre temática abordada em língua portuguesa, o que revela a importância de trabalhos posteriores que discutam a utilização da supramencionada metodologia de ensino no contexto dos cursos brasileiros de Engenharias.

Palavras-chave: estudo de casos; ética; Ensino de Engenharias.

ABSTRACT

In the contemporary context, there is a limited scientific production regarding the effectiveness and suitability of the methodologies used in the teaching of ethics in Engineering courses. In particular, there is a need for research on case studies, the main methodology applied in teaching proposals aimed at approaching the ethical aspects of the professional performance of the engineer. That said, this article aims to analyze and discuss proposals for teaching ethics in Engineering centered on the use of case studies. Therefore, this article was based on an integrative review in the online databases of scientific publications *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* and *Web of Science*. The analysis of articles and works published in annals of international events showed the relevance of case studies for ethical training in Engineering courses. In addition, it was identified the importance of implementing teaching proposals that associate the application of case studies to the adoption of methodologies that allow students to identify the social, economic and environmental aspects that permeate the professional practice of the contemporary engineer. Finally, the literature review attested to the scarcity of research on the subject addressed in Portuguese, which reveals the importance of later works that discuss the use of the aforementioned teaching methodology in the context of Brazilian Engineering courses.

Keywords: case study; ethic; Engineering Teaching.

¹ Doutorando em Ensino (RENOEN) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Fortaleza-CE, Brasil; pedrolemos@unilab.edu.br

² Doutor em Engenharia Elétrica, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Maracanaú-CE, Brasil; sandrojuca@ifce.edu.br.

³ Doutor em Educação, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Fortaleza-CE, Brasil; solonildo@ifce.edu.br.

INTRODUÇÃO

O atual modelo social e produtivo vigente é caracterizado por um contínuo processo de desenvolvimento científico e tecnológico (CASTELLS, 2005; GOUDZWAARD, 2021; HARVEY, 1992; LÉVY, 2009; LUZ, 2014). Nesse contexto, observa-se, cada vez mais, a paulatina inserção de modernos artefatos tecnológicos nos diversos setores produtivos e dimensões da vida em sociedade (CASTELLS, 2005; HARVEY, 1992; LÉVY, 2009; MARTIN; SCHINZINGER, 2000).

A partir da segunda metade do século XX, constata-se que o vertiginoso avanço tecnológico proporcionou significativos avanços na melhoria das condições de vida, assim como promoveu o aumento da produtividade, mediante a criação e/ou a implementação de novos processos e produtos (GOUDZWAARD, 2021; LÉVY, 2007). Assim sendo, constata-se que a Engenharia, gradativamente, assumiu uma importante posição na manutenção do progresso tecnológico (DONG; LIU, 2017; MITCHAM, 2009; MARTIN; SCHINZINGER, 2000).

As Engenharias, enquanto campo de conhecimento, têm seu surgimento, intrinsecamente, relacionado à necessidade de as sociedades humanas alterarem o meio físico no qual estão inseridas (DONG; LIU, 2017; MARTIN; SCHINZINGER, 2000). Desse modo, salienta-se que a atuação do engenheiro no incremento e na aplicação tecnológica se tornou imprescindível para o progresso da civilização humana (DONG; LIU, 2017; HESS, 2013; MITCHAM, 2009; MARTIN; SCHINZINGER, 2000).

No entanto, a ação do engenheiro apresenta um caráter, essencialmente, ambíguo, pois, ao mesmo tempo que objetiva colaborar para o atendimento de uma demanda/necessidade social e/ou produtiva, pode ocasionar impactos negativos na coletividade e/ou no meio ambiente (DONG; LIU, 2017; MITCHAM, 2009). Na atual configuração social reconhecida pela complexidade tecnológica, o trabalho do engenheiro, portanto, pode afetar a qualidade de vida das pessoas em escala local

e/ou a nível global (MITCHAM, 2009; MARTIN; SCHINZINGER, 2000).

Logo, o Ensino de Engenharias deve articular a aquisição de conhecimentos técnicos e científicos, bem como possibilitar que o futuro engenheiro seja capaz de compreender os possíveis impactos da sua atuação profissional (HESS, 2013; MITCHAM, 2009). No contexto hodierno, infere-se que a formação ética nas Engenharias, destarte, necessita fornecer subsídios para que o futuro engenheiro seja capaz de lidar com a complexidade moral e técnica que caracteriza a sua tomada de decisão (HESS, 2013; MARTIN; SCHINZINGER, 2000).

A partir da década de 1970, em países como os Estados Unidos, por exemplo, a ética profissional se tornou um assunto preponderante nas pesquisas a respeito do Ensino de Engenharias (HESS, 2013; MITCHAM, 2009). Ademais, o progressivo aumento das responsabilidades legais do engenheiro e a identificação de riscos associados ao desenvolvimento tecnológico contribuíram para que a inserção da ética nos programas curriculares fosse considerada dentre o conjunto de critérios avaliados no decorrer do processo de credenciamento internacional dos cursos de Engenharias (LEWIS; BIELEFELDT, 2021; HESS, 2013; MARTIN, 2020).

No Brasil, destaca-se que o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharias) preconizam a dimensão ética do trabalho do engenheiro. Em adicional, salienta-se que as DCNs de Engenharias estabelecem o conhecimento e a aplicação da ética como uma das competências esperadas dos egressos dos cursos de graduação em Engenharia (BRASIL, 2019).

Levando em conta a notória importância da inserção da ética no ensino de Engenharias, considera-se necessária a realização de uma revisão sistemática da literatura com o intuito de identificar a produção científica a respeito da utilização da metodologia de estudo de casos nessa área de conhecimento. A definição objeto

de análise foi justificada pelo fato de a literatura científica especializada identificar o estudo de casos como a principal metodologia aplicada no ensino de ética na citada área de conhecimento (HESS, 2013; KLINE 2001; NORDIN; BARDON, 2021; PRITCHARD, 1990).

No entanto, reconhece-se a inexistência do exame da utilização da citada metodologia na formação ética em cursos de Engenharias pela literatura científica brasileira. Nesse sentido, compreende-se como necessária a identificação de quais os principais temas abordados e os periódicos científicos, assim como as principais abordagens metodológicas e conclusões apontadas.

Portanto, a questão central que orientou o desenvolvimento deste trabalho foi a seguinte: como a literatura internacional especializada aborda a aplicação do estudo de casos no ensino de ética nas Engenharias? Para responder à questão proposta, realizou-se uma consulta às publicações científicas nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e *Web of Science*.

A escolha das mencionadas bases de dados foi justificada pelo fato de ambas disponibilizarem pesquisas de diferentes áreas de conhecimento e gozarem de respaldo internacional pela comunidade acadêmica. Cabe ressaltar que as citadas bases de dados científicos reúnem um conjunto de periódicos com elevado índice de impacto em diferentes áreas de conhecimento.

A relevância da pesquisa, então, está relacionada às possíveis contribuições da identificação do perfil da produção científica sobre o uso do estudo de casos para o desenvolvimento de investigações posteriores quanto às metodologias para a educação em ética nos cursos brasileiros de Engenharias. Nessa perspectiva, indica-se que a apreciação da literatura aqui proposta, ainda, poderá subsidiar pesquisas ulteriores que pretendam abordar essa importante temática relacionada ao ensino hodierno de Engenharias.

Por fim, sublinha-se que o presente artigo se encontra organizado nas seguintes seções: referencial teórico a respeito da ética no ensino de Engenharias e da utilização do estudo de casos no ensino de ética nas Engenharias; desenho metodológico adotado, análise e

discussão dos resultados; e considerações finais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ética no ensino de Engenharias

De maneira geral, a implementação do modelo formal de ensino de Engenharias tem sua origem vinculada às crescentes demandas oriundas do progresso industrial (CARVALHO; PORTO; BELHOT, 2001; DONG; LIU, 2017). Por conseguinte, Dong e Liu (2017) indicam a existência de uma intrínseca relação entre o nível de industrialização de um determinado país e os níveis nacionais de desenvolvimento da Educação em Engenharia.

Entretanto, em paralelo com o atendimento das demandas oriundas do setor produtivo, o ensino contemporâneo de Engenharias tem o compromisso de promover a reflexão ética a respeito dos impactos sociais e ambientais oriundos da atuação do profissional em Engenheiras (BARRY; HERKERT, 2015; LEWIS; BIELEFELDT, 2021). Nessa perspectiva, convém sublinhar que o desenvolvimento científico e a constante atualização tecnológica potencializaram a importância da formação ética na referida área de conhecimento e ramo de atuação (BARRY; HERKERT, 2015; DONG; LIU, 2017; LEWIS; BIELEFELDT, 2021).

Lewis e Bielefeldt (2021) indicam que a formação ética é fundamental para que o futuro engenheiro compreenda os possíveis impactos decorrentes da sua prática laboral cotidiana. Desse modo, pontua-se que a formação em ética engloba as questões morais relacionadas às atividades e práticas profissionais do engenheiro, bem como os possíveis impactos socioambientais (HESS, 2013; LEWIS; BIELEFELDT, 2021).

A ética nas Engenharias exerce um importante papel no desenvolvimento das competências requeridas para a inserção dos alunos no mundo contemporâneo e interligado (HESS, 2013). Porém, Mitcham (2009) enfatiza que o processo de inserção da ética no ensino de Engenharias ainda tem ocorrido de maneira lenta e diversa.

Alicerçada em uma abrangente revisão da literatura especializada, Martin (2020) constata que dois principais movimentos colaboraram para a paulatina integração da formação ética e social nos currículos de Engenharias. Em um primeiro momento, considera-se a atuação dos engenheiros individualmente e das associações de classe na inserção de conteúdos relacionados ao interesse social e público na carreira profissional e nos currículos acadêmicos, principalmente, mediante o exame e a discussão dos códigos de ética (MARTIN, 2020; MITCHAM, 2009). Além disso, infere-se a contribuição dos movimentos sociais e/ou ambientalistas da segunda metade do século XX na busca por uma maior responsabilização dos impactos decorrentes dos projetos e empreendimentos em Engenharias (MARTIN, 2017; MITCHAM, 2009).

No que diz respeito aos aspectos formativos, Martin (2020) identifica um conjunto diversificado de objetos de aprendizagem relacionados à ética nas Engenharias. Johnson (2017) reforça que a literatura acerca da ética no Ensino de Engenharias tem buscado analisar os conteúdos que devem ser abordados e as mais adequadas metodologias e estratégias de ensino.

Ao analisar os programas curriculares dos cursos de Engenharias estadunidenses, Johnson (2017) pontua quatro objetivos de aprendizagem principais que devem orientar o ensino de ética, a saber: i) conscientização a respeito das responsabilidades da atuação profissional dos engenheiros; ii) sensibilização acerca das questões éticas oriundas da realidade profissional; iii) melhoria da tomada de decisão e do julgamento ético; e iv) adoção de um comportamento ético. A mencionada autora, ainda, ressalta a necessidade de os referidos objetivos serem compreendidos como complementares (JOHNSON, 2017).

Harris Jr. et al. (1996) indicam a variedade de objetivos de aprendizagem atribuída ao ensino de ética nas Engenharias, como também a diversidade de propostas de inserção nos programas curriculares. Dentre os objetivos de aprendizagem, os citados autores sublinham que a ética nas Engenharias tenciona promover a imaginação ética dos discentes, o reconhecimento de possíveis dilemas éticos, a

aquisição dos principais conceitos éticos e modelos teóricos aplicados à ação profissional do engenheiro e a identificação da importância de adoção da responsabilidade ética nos projetos de Engenharias (HARRIS JR. et al., 1996).

Newberry (2004) classifica os objetivos de aprendizagem propostos por Harris Jr. et al. (1996) em três categorias amplas, a saber: engajamento emocional, engajamento intelectual e conhecimento particular (NEWBERRY, 2004). Ademais, Haws (2001) frisa que a educação ética objetiva proporcionar aos alunos de Engenharias o aumento da reflexão crítica e da análise dos resultados de projetos e empreendimentos de Engenharias, a partir de um ponto de vista de não engenheiros e da aquisição do vocabulário específico para a articulação ética.

Em relação à estrutura programática, Haws (2001; 2006), Johnson (2017), Lynch (1997) e Martin e Schinzinger (2000) fornecem importantes indicações de conteúdos que podem ser abordados no ensino de ética nas Engenharias, por exemplo, códigos de ética, raciocínio e teoria ética, estudo de casos, etc. Todavia, Grohman (2020) e Hess (2013) constataam a predominância da utilização do estudo de casos nos cursos de Engenharias.

Ante o exposto, observou-se a importância da ética para a prática profissional em Engenharias. Logo, destacou-se a diversidade de objetivos de aprendizagem relacionados à oferta de disciplinas de ética nos cursos de Engenharias, além da centralidade que o estudo de casos assume nos conteúdos programáticos e propostas de ensino.

Estudo de casos e Ética da Engenharias

A partir do estudo de casos, os alunos analisam cenários e situações reais ou hipotéticas que objetivem a resolução de determinados problemas, a tomada de decisões e a contextualização dos conteúdos abordados em sala (PRINCE; FELDER, 2006). O ensino centrado no estudo de casos apresenta um conjunto diverso de formatos que viabiliza a adequação às mais diferentes situações de

ensino (LYNN JR., 1999; PRINCE; FELDER, 2006).

Observa-se uma variedade de definições do ensino pautado no estudo de casos, porém a literatura é consensual ao caracterizar esse modelo de ensino como uma atividade centrada no aluno e que auxilia a demonstração prática e contextualização dos conteúdos teóricos. Nesse sentido, Prince e Felder (2006) frisam que o estudo de casos motiva os alunos e colabora para o engajamento no processo de ensino e aprendizagem.

A literatura especializada não apresenta uma concordância a respeito da inserção do estudo de casos no modelo de ensino formal. No entanto, Lynn Jr. (1999) e Prince e Felder (2006) salientam que o início da caracterização do estudo de casos como uma metodologia de ensino, possivelmente, ocorreu na *Harvard Law School*, no decorrer da década de 1870. Contudo, após o término da Primeira Guerra Mundial, destaca-se que a metodologia de ensino a partir do estudo de casos foi aperfeiçoada e passou a ser adotada pela *Harvard Business School* (LYNN JR., 1999).

No contexto hodierno, a utilização do estudo de casos se tornou rotineira em cursos de Direito, Administração e Gestão de Negócios, em Ações de Formação Docente e em cursos das Ciências da Saúde, em especial, no ensino de ética médica (HARRIS JR. et al., 1996; LYNN JR., 1999; PRINCE; FELDER, 2006). Lynn Jr. (1999) também reforça a proeminente inclusão do estudo de casos no ensino de Ciências e de Engenharias.

Apesar das especificidades que condicionam a sua aplicação em diferentes áreas de conhecimento, Prince e Felder (2006) constataam que o estudo de casos deve ensejar a análise multidimensional; isto é, o discente deve considerar os aspectos técnicos e as possíveis implicações sociais e éticas que caracterizam as situações abordadas. Desse modo, os casos estudados devem representar a complexidade da tomada de decisão que permeia determinada atividade ou prática laboral.

No ensino de Engenharias, portanto, um caso abordado deve representar os dilemas e complexidades vivenciados pelos engenheiros (GROHMAN, 2020; HESS, 2013; NORDIN;

BARDON, 2021; PRINCE; FELDER, 2006). Em vista disso, infere-se que a incorporação do estudo de casos suscita que os discentes de cursos de Engenharias desenvolvam a compreensão teórica e prática, bem como o raciocínio crítico e reflexivo necessários para o exercício no mundo do trabalho.

A integração do estudo de casos em disciplinas de ética em cursos de Engenharias, dessa forma, tenciona que os alunos observem os fundamentos éticos necessários para a dinâmica profissional (NORDIN; BARDON, 2021). Destarte, as possíveis contribuições do estudo de casos se relacionam à aplicação prática dos padrões éticos que orientam a tomada de decisões nos empreendimentos e projetos de Engenharias (DAVIS, 1997; NORDIN; BARDON, 2021).

Cabe mencionar que as críticas ao uso do estudo de casos para a formação ética nos cursos de Engenharias estão relacionadas à falta de pesquisas empíricas que atestem a eficiência dessa metodologia de ensino para a promoção do raciocínio ético (HESS, 2013). Ademais, as críticas sublinham o caráter individualista de pontuada abordagem de ensino, assim como a maior atenção dada às questões microéticas que permeiam as Engenharias (BUCCIARELLI, 2008; CONLON, ZANDVOORT, 2011; HESS, 2013).

Ao analisar as possíveis contribuições e deficiências, Haws (2001) argumenta que abordagens centradas no desenvolvimento do raciocínio teórico e no estudo de casos otimizam o ensino de ética nas Engenharias. De maneira complementar, Kline (2001) atesta a adequabilidade do uso do estudo de casos aliado à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para a discussão dos aspectos históricos e sociológicos relacionados à prática profissional do engenheiro.

Em adicional, Kline (2001) e Pritchard (1990) observam que a abordagem tradicional do ensino ética nas Engenharias é fundamentada, prioritariamente, na análise de casos relacionados a grandes desastres e/ou acontecimentos extraordinários, ou seja, abordam situações pouco comuns à prática diária do engenheiro. Desse modo, os referidos autores pontuam que os casos analisados devem ser realistas e fundamentar a abordagem dos

dilemas éticos e dos aspectos sociais que permeiam o cotidiano do engenheiro (KLINE 2001; PRITCHARD, 1990).

DESENHO METODOLÓGICO

Em termos metodológicos, o presente trabalho é caracterizado como um estudo do tipo revisão integrativa da literatura, de natureza descritiva, e fundamentado em uma abordagem de dados qualitativa. As revisões integrativas da literatura possibilitam a identificação, a análise e a síntese dos resultados de múltiplos estudos a respeito de um assunto específico (GALVÃO; RICARTE, 2019). Isso posto, esta pesquisa objetivou sintetizar e discutir os resultados de artigos científicos ou trabalhos publicados em anais de eventos internacionais que abordam a utilização do estudo de casos no ensino de ética nas Engenharias.

A identificação da literatura científica ocorreu a partir de busca nas seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e *Web of Science*. A coleta dos artigos científicos e trabalhos publicados em anais de eventos internacionais foi realizada a partir do emprego dos seguintes descritores e operadores booleanos: “ENGINEERING ETHICS” AND “CASE STUDIES” e “ENGINEERING” AND “ETHICS” AND “CASE STUDIES”. Convém frisar que a escolha de descritores na língua inglesa foi motivada pela constatação da inexistência de estudos em língua portuguesa a respeito da temática analisada neste estudo.

Em seguida à etapa de identificação, os trabalhos foram coletados mediante a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos pelos autores. Para a coleta da literatura, utilizaram-se os seguintes critérios de

inclusão: artigos científicos ou trabalhos publicados em anais de eventos disponíveis para acesso livre e leitura na íntegra, bem como que abordassem a temática associada ao objetivo deste estudo. Foram excluídos da revisão os trabalhos em duplicidade, que estavam indisponíveis para acesso livre e/ou para leitura na íntegra e que não abordassem o estudo de casos no ensino de ética nas Engenharias.

A seguir, os artigos científicos e trabalhos publicados em anais de eventos internacionais identificados foram lidos na íntegra para o processo de construção do *corpus* em exame neste estudo. De maneira paralela e adicional, realizou-se a categorização, a organização e a síntese dos resultados em uma planilha elaborada no *software* Excel. Por fim, pontuouse que as etapas de identificação, a seleção, a leitura e a análise dos trabalhos foram realizadas no decorrer dos meses de março e abril de 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um primeiro momento, a aplicação dos descritores e operadores booleanos denotou a seleção de um total de 91 artigos científicos ou trabalhos publicados em anais de eventos internacionais. Em seguida, selecionou-se 14 trabalhos que estavam disponíveis para acesso livre. Após a leitura na íntegra dos trabalhos disponíveis para acesso livre, obteve-se quatro artigos científicos e dois trabalhos publicados em anais de eventos internacionais que discutiam o uso do estudo de casos no ensino de ética nas Engenharias, conforme o disposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Trabalhos selecionados para revisão da literatura, segundo os critérios de inclusão e exclusão

Autor(es)	Título	Evento/Periódico	Ano de publicação
KEEFER, M. W. et al.	<i>The importance of formative assessment in science and engineering ethics education: Some evidence and practical advice.</i>	<i>Science and engineering ethics</i>	2014
MARTIN, D. A.; CONLON, E.; BOWE, B.	<i>A Constructivist Approach to the use of Case Studies in teaching Engineering Ethics</i>	<i>International Conference on Interactive Collaborative Learning</i>	2017
BUSTARD, J. D.	<i>Improving student engagement in the study of professional ethics: concepts and an example in cyber security</i>	<i>Science and Engineering Ethics</i>	2018
HAGHIGHATTALAB, S.; CHEN, A.; SAGHAMANESH, M.	<i>Is Engineering Ethics Important for Aerospace Engineers?</i>	<i>MATEC Web of Conferences</i>	2018
MARTIN, D. A.; CONLON, E.; BOWE, B.	<i>The role of role-play in student awareness of the social dimension of the engineering profession</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2019
BOMBAERTS, G. et al.	<i>Engineering students as co-creators in an ethics of technology course</i>	<i>Science and engineering ethics</i>	2021

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

A partir da análise do Quadro 1, verifica-se a concentração das publicações que abordam o emprego do estudo de casos na formação ética no ensino de Engenharias no decorrer da segunda década do século XXI. Em decorrência do quantitativo de trabalhos selecionados, indica-se que essa constatação não pode ser compreendida como uma tendência das publicações sobre a referida temática, porém salienta-se que tal achado corrobora com as conclusões apresentadas por Hess (2013) e Martin, Conlon e Bowe (2021) que indicam o aumento da relevância do ensino de ética nas Engenharias nas publicações de nível internacional.

Também é importante frisar o quantitativo de três artigos publicados na revista científica *Science and Engineering Ethics* (KEEFER et al., 2014; BUSTARD, 2018; BOMBAERTS et al., 2021). Entende-se que esse quantitativo de artigos resulta da relevância internacional da *Science and Engineering Ethics* para a publicação de pesquisas na área de ética na Ciência e nas Engenharias.

A revisão da literatura, ainda, suscitou identificar que os trabalhos abordam o uso do estudo de casos para o ensino de diferentes conteúdos relacionados à ética nas Engenharias, o que reafirma a possibilidade de adequação da referida metodologia de ensino para diferentes objetivos de aprendizagem e situações de ensino (LYNN JR., 1999; PRINCE; FELDER, 2006). Nesse sentido, Bustard (2018) discute os aspectos éticos da

segurança cibernética, Bombaerts et al. (2021) abordam os impactos sociais e os dilemas éticos das tecnologias de mudança de comportamento e dos carros autônomos, Haghghattalab, Chen e Saghmanesh (2018) examinam a importância da formação ética na Engenharia Aeroespacial, Keefer et al. (2014) analisam a dimensão ética da modelagem computacional e Martin, Conlon e Bowe (2017, 2019) investigam a dimensão social e ética das Engenharias.

A seguir, discorre-se, de maneira breve, acerca de cada trabalho selecionado, pontuando-se as especificidades de cada investigação elaborada, bem como apresentam-se as principais conclusões a respeito da incorporação do estudo de casos na formação ética nas Engenharias. Pontua-se que os trabalhos foram organizados em ordem cronológica de publicação.

Keefer et al. (2014) identificam uma tendência problemática à variação no conteúdo, na estrutura curricular e nas metodologias aplicadas na formação ética em Engenharias. Portanto, os autores percebem que a diversidade de metas de aprendizagem inalcançáveis contribui para que determinadas abordagens de ensino se tornem inadequadas para a implementação de propostas que abordem a dimensão ética das Engenharias (KEEFER et al., 2014).

Sendo assim, os autores aplicam uma proposta de ensino de ética em modelagem computacional e na pesquisa científica com

estudantes de duas universidades estadunidenses (KEEFER et al., 2014). Como resultado, constata-se a necessidade do preliminar processo de alinhamento dos objetivos de aprendizagem ética e da elaboração de casos que viabilizem o cumprimento adequado desses objetivos (KEEFER et al., 2014). Além disso, verificam-se a importância da aplicação de avaliações formativas para o aumento da qualidade da educação em ética nas Engenharias (KEEFER et al., 2014).

Martin, Conlon e Bowe (2017) discutem uma proposta direcionada para a formação ética nas Engenharias fundamentada em uma abordagem construtivista e no estudo de casos. Os autores analisam que o estudo de casos pode favorecer a não identificação da realidade cotidiana e complexa que caracteriza o ambiente de trabalho do engenheiro contemporâneo (MARTIN; CONLON; BOWE, 2017). Nessa perspectiva, argumentam que a abordagem de cunho construtivista pode corrigir possíveis limitações do estudo de casos, por exemplo, o foco estritamente individual e a não consideração de aspectos macroéticos das Engenharias (MARTIN; CONLON; BOWE, 2017).

A partir da contextualização do estudo do caso “Corte de árvores à beira da estrada” com alunos do primeiro ano de um curso de Engenharia da *Dublin Institute of Technology*, os autores constatarem que a abordagem construtivista otimiza a ampliação da compreensão a respeito da ética em Engenharias para além de enfoque individualista (MARTIN; CONLON; BOWE, 2017). Ademais, Martin, Conlon e Bowe (2017) verificam que a proposta possibilita a reflexão dos estudantes acerca dos aspectos sociais e da complexidade metafísica que caracterizam a prática profissional em Engenharias.

Bustard (2018) objetiva elaborar uma proposta de ensino de ética em Engenharias que promova um maior engajamento dos discentes no processo de aprendizagem. À vista disso, o autor desenvolve sua proposta centrada em quatro princípios fundamentais: alinhamento do conteúdo abordado com os interesses do corpo discente, adoção de uma abordagem de ensino prática, estudo de casos reais e

abordagem de todo o conteúdo de uma maneira agradável para os alunos (BUSTARD, 2018). A proposta foi aplicada como um módulo do mestrado em Questões Éticas e Legais em Segurança Cibernética, ofertado pela *Queen's University Belfast* (BUSTARD, 2018).

O autor constata que o desenho pedagógico proposto suscita que os discentes identifiquem os possíveis dilemas e questões éticas de forma sistêmica, ou seja, considerem como o conflito entre os interesses de diferentes grupos influencia as decisões no ambiente de trabalho em Engenharias (BUSTARD, 2018). Nesse sentido, Bustard (2018) infere as contribuições do uso de estudo de casos para o exame dos aspectos laborais, pessoais e empresariais que resultam no surgimento de conflitos éticos na ação profissional do engenheiro. Em adicional, o autor observa que o estudo de casos proposto auxilia na identificação das razões pelas quais as organizações consideram e analisam os riscos decorrentes dos projetos e empreendimentos (BUSTARD, 2018).

Haghighattalab, Chen e Saghmanesh (2018) ressaltam que a ética é imprescindível para a atuação do engenheiro, uma vez que os empreendimentos de Engenharias afetam diretamente a sociedade e o meio natural. Em especial, os autores discutem a importância da formação ética para a atuação na Engenharia Aeroespacial (HAGHIGHATTALAB; CHEN; SAGHAMANESH, 2018).

Mediante revisão da literatura, os autores apontam a relevância do estudo de casos de desastres para a instrução ética em Engenharias. Logo, Haghighattalab, Chen e Saghmanesh (2018) realçam que o estudo de casos proporciona que os alunos identifiquem as possíveis causas dos problemas abordados e considerem os aspectos éticos na tomada da melhor decisão para a prevenção de desastres.

Ao analisarem os desastres dos Ônibus Espaciais Challenger (1986) e Columbia (2003), os autores identificam que deficiências éticas, como tomada de medidas antiéticas pela gestão, negligências na identificação de riscos e questões de segurança, do mesmo modo que a autocensura institucional, foram cruciais para a ocorrência de ambos os desastres (HAGHIGHATTALAB; CHEN; SAGHAMANESH, 2018). Isto posto,

Haghighattalab, Chen e Saghmanesh (2018) constataam a necessidade de a dimensão ética ser constantemente reforçada no processo formativo e na atuação do engenheiro aeroespacial no ambiente de trabalho.

Martin, Conlon e Bowe (2019) objetivam expandir o modelo tradicional do ensino baseado no estudo de casos a partir da realização de dramatizações pelos discentes. Segundo os autores, as dramatizações possibilitam o aumento da conscientização dos educandos a respeito dos aspectos sociais e éticos intrínsecos à prática profissional em Engenharias (MARTIN; CONLON; BOWE, 2019).

Para tanto, Martin, Conlon e Bowe (2019) abordaram o estudo do caso “Corte de árvores à beira da estrada” a partir de uma descrição contextual e de uma abordagem centrada na dimensão macroética das Engenharias. A proposta de ensino foi aplicada em estudantes da *Technological University Dublin* (MARTIN; CONLON; BOWE, 2019).

Como resultado do estudo, Martin, Conlon e Bowe (2019) indicam que as dramatizações contribuem para que os estudantes identifiquem a complexidade intrínseca ao ambiente de trabalho do engenheiro, assim como considerem a diversidade de fatores sociais e éticos que condicionam a tomada de decisão do engenheiro. Nesse sentido, os autores indicam que a exposição dos alunos a diferentes perspectivas incrementa a contextualização social da atividade profissional nas Engenharias (MARTIN; CONLON; BOWE, 2019).

Bombaerts et al. (2021) argumentam a necessidade de pesquisas que abordem a eficácia da utilização do estudo de casos na formação ética em cursos de Engenharias. Portanto, os autores propõem a comparação de duas abordagens de estudo de casos em um curso de graduação (BOMBAERTS et al., 2021). A primeira abordagem consiste na análise de casos reais e a segunda abordagem centra-se na aprendizagem baseada em desafios e na participação dos discentes como cocriadores da proposta de ensino (BOMBAERTS et al., 2021).

Os autores constataam a maior adequabilidade da abordagem centrada na aprendizagem baseada em desafios, visto que

esta proporciona o atendimento das metas de ensino propostas, além de apoiar o aumento da motivação dos discentes e o desenvolvimento de competências relacionadas à comunicação (BOMBAERTS et al., 2021). Desse modo, Bombaerts et al. (2021) indicam a utilidade do estudo de casos associado à aprendizagem baseada em desafios e à participação dos discentes como cocriadores de propostas de ensino que abordem a dimensão ética em Engenharias.

Discussões

A revisão integrativa da literatura realizada no presente estudo enseja um melhor entendimento acerca da implementação do estudo de casos no ensino de ética em Engenharias, como auxilia a identificação de tendências sobre a apreciação da referida temática na literatura científica internacional.

A partir da investigação desenvolvida, reconhece-se a pertinência da formação ética para a atuação profissional em Engenharias. A leitura dos trabalhos selecionados evidencia a intrínseca associação da ética com os aspectos sociais e ambientais resultantes dos empreendimentos e projetos de Engenharias. A revisão da literatura também salienta que a atuação do engenheiro contemporâneo em um ambiente complexo e interligado pressupõe, cada vez mais, o desenvolvimento do raciocínio ético e a compreensão da sua responsabilidade social.

A literatura científica analisada reforça a importância do estudo de casos para a implementação de propostas de ensino que discutam os aspectos éticos das Engenharias. Por conseguinte, observa-se que Bustard (2018), Bombaerts et al. (2021), Haghighattalab, Chen e Saghmanesh (2018), Keefer et al. (2014) e Martin, Conlon e Bowe (2017, 2019) elaboram propostas de ensino centradas na metodologia estudo de casos e que objetivam promover a ponderação dos estudantes acerca dos aspectos sociais, éticos e ambientais que caracterizam a dinâmica profissional em Engenharias.

No entanto, em consonância com a literatura especializada (BUCCIARELLI, 2008; CONLON, ZANDVOORT, 2011;

HESS, 2013), os artigos selecionados também sublinham as limitações decorrentes de propostas de ensino de ética nas Engenharias fundamentadas, exclusivamente, na aplicação de estudo de casos. Sendo assim, Martin, Conlon e Bowe (2017) apontam que o estudo de casos favorece a não identificação da complexidade característica do ambiente de trabalho em Engenharias, dado que a abordagem desenvolvida é direcionada para a análise de grandes desastres e situações extraordinárias.

Em adicional, Bombaerts et al. (2021) e Martin, Conlon e Bowe (2019) pontuam que o enfoque essencialmente individualista e microético do estudo de casos pode propiciar a limitação do raciocínio ético desenvolvido pelos estudantes. Nesse sentido, os autores frisam que o estudo descontextualizado de casos impossibilita que os estudantes reflitam acerca dos aspectos sociais, individuais e econômicos que condicionam a tomada de decisão do engenheiro.

Ante a constatação das limitações pontuadas, constata-se que os trabalhos de Bombaerts et al. (2021) e Martin, Conlon e Bowe (2017; 2019) sugerem propostas nas quais o uso de estudo de casos é complementado por metodologias de ensino adicionais. À vista disso, Bombaerts et al. (2021) reforçam a eficácia da aplicação da referida metodologia de ensino aliado com a aprendizagem baseada em desafios e com a participação dos discentes como cocriadores. Ademais, Martin, Conlon e Bowe (2017; 2019) propõem, respectivamente, a implementação do estudo de casos a partir de uma abordagem com enfoque construtivista e abordagem de casos realistas mediante a realização de dramatizações.

Em síntese, os trabalhos de Bombaerts et al. (2021) e Martin, Conlon e Bowe (2017; 2019) constataam que a descrição contextualizada dos casos abordados em sala de aula aprimora a identificação da dimensão macroética da prática laboral em Engenharias, isto é, os diversos aspectos éticos, sociais, econômicos e ambientais que condicionam a tomada de decisão do engenheiro.

Outra questão levantada pelos artigos analisados foi a necessidade da seleção de casos

reais que proporcionem aos estudantes o exame das diversas dimensões que caracterizam a tomada de decisão do engenheiro (BUSTARD, 2018; BOMBAERTS et al., 2021; HAGHIGHATTALAB; CHEN; SAGHAMANESH, 2018; KEEFER et al., 2014; MARTIN; CONLON; BOWE, 2017, 2019). Logo, observa-se que todos os seis artigos abordados propõem o estudo de casos reais e que representem dilemas éticos vivenciados por profissionais de Engenharias.

Por fim, a revisão da literatura atesta a escassez de pesquisas a respeito da temática abordada em língua portuguesa, o que revela a importância de trabalhos que discutam o emprego do estudo de casos no contexto dos cursos brasileiros de Engenharias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura realizada evidenciou a importância dos estudos a respeito da utilização da metodologia estudo de casos no ensino de ética nas Engenharias. Destarte, o presente trabalho viabilizou a identificação de possíveis limitações de propostas fundamentadas exclusivamente no estudo de casos, por exemplo, o enfoque individualista e microético da análise desenvolvida pelos alunos.

Ademais, o levantamento das obras salientou a tendência ao uso do estudo de casos aliado a metodologias de ensino adicionais e que possibilitem a discussão dos aspectos e dimensões sociais, éticos, ambientais e econômicos que permeiam a prática profissional do engenheiro contemporâneo. Em vista disso, pontuaram-se as contribuições da implementação de propostas de ensino que relacionem o estudo de casos com a aprendizagem baseada em desafios, a participação dos discentes como cocriadores, abordagens construtivistas e a realização de dramatizações.

No que diz respeito aos limitadores desse trabalho, destaca-se que a quantidade de artigos e trabalhos publicados em anais de eventos internacionais analisados foi decorrente do exíguo quantitativo de publicações científicas

disponíveis para acesso livre e leitura na íntegra nas bases de dados selecionadas.

Para os trabalhos posteriores, indica-se a importância de pesquisas que abordem o uso de estudo de casos no contexto brasileiro, assim como pesquisas que proponham a revisão de literatura em outras bases ou repositórios *online* de trabalhos acadêmicos e/ou científicos. Em acréscimo, ressalta-se a necessidade de estudos ulteriores que discutam a aplicação de propostas de ensino de ética em Engenharias que aliem o estudo de casos com outras metodologias de ensino, por exemplo, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, *scrum*, sala de aula invertida, gamificação, *design thinking*, cultura *maker* etc.

REFERÊNCIAS

- BARRY, B. E.; HERKERT, J. R. Engineering ethics. In: **Cambridge handbook of engineering education research**. Cambridge University Press, 2015. p. 673-692.
- BOMBAERTS, G. et al. Engineering students as co-creators in an ethics of technology course. **Science and engineering ethics**, v. 27, n. 4, p. 1-26, 2021.
- 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. 2019. Brasília: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 05 mai. 2022.
- BUCCIARELLI, L. L. Ethics and engineering education. **European Journal of Engineering Education**, v. 33, n. 2, p. 141-149, 2008.
- BUSTARD, J. D. Improving student engagement in the study of professional ethics: concepts and an example in cyber security. **Science and Engineering Ethics**, v. 24, n. 2, p. 683-698, 2018.
- CARVALHO, A. C. B. D. de; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. **Production**, v. 11, p. 81-90, 2001.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e terra, 2005.
- CONLON, E.; ZANDVOORT, H. Broadening ethics teaching in engineering: Beyond the individualistic approach. **Science and Engineering Ethics**, v. 17, n. 2, p. 217-232, 2011.
- DAVIS, M. Developing and using cases to teach practical ethics. **Teaching Philosophy**, vol. 20, n. 7, March 1997.
- DONG, X.; LIU, X. A review of engineering education in China: History, present and future. In: **2017 ASEE International Forum**. 2017.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M.. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.
- GOUDZWAARD, B. **Capitalismo e Progresso: um diagnóstico da sociedade ocidental**. Editora Ultimato, 2021.
- GROHMAN, M. G. et al. Engineering Ethics as an Expert-Guided and Socially-Situated Activity. **Advances in Engineering Education**, 2020.
- HAGHIGHATTALAB, S.; CHEN, A.; SAGHAMANESH, M. Is Engineering Ethics Important for Aerospace Engineers?. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2018. p. 03009.
- HARRIS JR, C. E. et al. Engineering ethics: what? why? how? and when?. **Journal of Engineering Education**, v. 85, n. 2, p. 93-96, 1996.
- HARVEY, D. **Condição pós-moderna**. Uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Edições Loyola; 1992.
- HAWS, D. R. Ethics instruction in engineering education: A (mini) meta-analysis. **Journal of Engineering Education**, v. 90, n. 2, p. 223-229, 2001.

- HAWS, D. R. Engineering the just war: Examination of an approach to teaching engineering ethics. **Science and Engineering Ethics**, v. 12, n. 2, p. 365-372, 2006.
- HESS, J. L. Global portrayals of engineering ethics education: A systematic literature review. In: **2013 ASEE Annual Conference & Exposition**. p. 1-23, 2013.
- KEEFER, M. W. et al. The importance of formative assessment in science and engineering ethics education: Some evidence and practical advice. **Science and engineering ethics**, v. 20, n. 1, p. 249-260, 2014.
- KLINE, R. R. Using history and sociology to teach engineering ethics. **IEEE Technology and Society Magazine**, vol. 20, no. 4, pp. 13-20, 2001.
- LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 2009.
- LEWIS, J. W.; BIELEFELDT, A. R. How are Engineering Ethics Integrated into High School STEM Education in Colorado?. In: **2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access**. 2021.
- LUZ, M. T. Impactos da tecnociência nos saberes, na cultura da vida e saúde. In: **Anais do Fórum Sociológico: Circulação de saberes e desafios em saúde**, Lisboa, 2014.
- LYNCH, W. T. Teaching engineering ethics in the United States. **IEEE Technology and Society Magazine**, v. 16, n. 4, p. 27-36, 1997.
- LYNN JR., L. E. **Teaching and learning with cases: A guidebook**. CQ Press, 1999.
- MARTIN, D. A. **Towards a Sociotechnical Reconfiguration of Engineering and an Education for ethics: A Critical Realist Investigation into the Patterns of Education and Accreditation of Ethics in Engineering Programmes in Ireland**, Doctoral Thesis, Technological University Dublin, 2020.
- MARTIN, D. A.; CONLON, E.; BOWE, B. A Constructivist Approach to the use of Case Studies in teaching Engineering Ethics. In: **International Conference on Interactive Collaborative Learning**. Springer, Cham, 2017. p. 193-201.
- MARTIN, D. A.; CONLON, E.; BOWE, B. The role of role-play in student awareness of the social dimension of the engineering profession. **European Journal of Engineering Education**, v. 44, n. 6, p. 882-905, 2019.
- MARTIN, M. W.; SCHINZINGER, R. **Introduction to Engineering Ethics**. 3^a ed. New York: McGraw-Hill, 2000.
- MITCHAM, C. A historico-ethical perspective on engineering education: From use and convenience to policy engagement. **Engineering studies**, v. 1, n. 1, p. 35-53, 2009.
- NEWBERRY, B. The dilemma of ethics in engineering education. **Science and Engineering Ethics**, v. 10, n. 2, p. 343-351, 2004.
- NORDIN, A. P.; BARTON, A. K. Teaching Ethical Theory and Practice to Engineering Students: Pre-Pandemic and Post-Pandemic Approaches. In: **2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access**. 2021.
- PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. **Journal of engineering education**, v. 95, n. 2, p. 123-138, 2006.
- PRITCHARD, M. S. Beyond disaster ethics. **The Centennial Review**, v. 34, n. 2, p. 295-318, 1990.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Pedro Bruno Silva Lemos – Doutorando em Ensino (RENOEN) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Fortaleza-CE. Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), polo IFCE. Pós-Graduado em Gestão Pública Municipal pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Possui graduação em Ciências Sociais pela Universidade Estadual do Ceará (2013). Atualmente, é Assistente em Administração da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Tem experiência nas áreas de Ensino de Ciências e Engenharias, Ensino de Ética em Engenharias e Ética em pesquisas com seres humanos.



Sandro César Silveira Jucá – Possui Nivelamento Universitário (Studienkolleg) na Technische Hochschule Köln - Alemanha (1996 a 1998) e Graduação em Tecnologia Mecatrônica pelo Instituto Federal do Ceará (2002). É Especialista em Automação Industrial (2003) e Licenciado em Física (2005) pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Mestre (2004) e Doutor em Engenharia Elétrica (2014) pela Universidade Federal do Ceará (UFC) com pesquisa realizada na Universität Paderborn - Alemanha e Bolsa do programa de Doutorado Sanduíche do Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD). Realizou também estágio de pesquisa pós-doutoral (2019) com Bolsa da Fundación Carolina na Universidad de Cádiz - Espanha, na qual é consultor da comissão de garantia de qualidade do Programa de Doutorado em Engenharia Energética e Sustentável. É membro fundador da Academia Cearense de Matemática (ACM), também do ambiente de produtos educacionais SanUSB.org e Editor-Chefe da Revista Conexões: Ciência e Tecnologia. Atualmente, é professor titular e pesquisador do IFCE, atuando como docente nos Mestrados ProfEPT (Educação Profissional e Tecnológica em rede nacional), PPGER (Mestrado Acadêmico em Energias Renováveis) e também como Coordenador Adjunto do Doutorado Acadêmico da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) no IFCE. Pesquisa na área de Mecatrônica e Engenharia Elétrica, dentro dos seguintes temas: Energias Renováveis, Sistemas Embarcados, IoT, Robótica, física experimental, EaD e Educação Profissional.



Solonildo Almeida da Silva – Doutor em Educação (2011), com pós-doutorado (2016) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui graduação em Sistemas e Mídias Digitais pela Universidade Federal do Ceará (2013), graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará (2009), graduação em Teatro pela Universidade Federal do Ceará (2020), graduação em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (1999). Atualmente é docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Fortaleza-CE. Coordenador do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do IFCE e docente no Programa Associado de Pós-Graduação em Ensino e Formação Docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) e do IFCE (PPGEF UNILAB-IFCE). Docente do Doutorado Acadêmico da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) no IFCE. Tem experiência nas áreas de Educação e Ensino, com ênfase em Planejamento e Avaliação Educacional e Ensino de Ciências e Engenharias.