

ANPEd - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação

16886 - Resumo Expandido - Trabalho - XV Reunião ANPEd Sul (2024)

ISSN: 2595-7945

Eixo Temático 17 - Educação Ambiental

Desafios e Obstáculos no Ensino de Sustentabilidade na Engenharia

Jean Carlos Nicolodi - UPF - Universidade de Passo Fundo

Agência e/ou Instituição Financiadora: CAPES

DESAFIOS E OBSTÁCULOS NO ENSINO DE SUSTENTABILIDADE NA ENGENHARIA

RESUMO: O propósito deste estudo é mapear as principais dificuldades e obstáculos do ensino da sustentabilidade na engenharia. A pesquisa neste campo da educação recebeu relevância e muitos avanços nos últimos anos, o que oferece uma oportunidade para pesquisar e repensar práticas, didática, metodologias, currículos, entre outros. No entanto, apesar da importância, há uma escassez de estudos que compilem os maiores obstáculos na formação de engenheiros com uma consciência de desenvolvimento sustentável e bem comum. Diante dessa necessidade de pesquisa percebida, a finalidade deste artigo é apresentar as principais dificuldades encontradas na literatura. Os resultados demonstram que falta infraestrutura e materiais didáticos dedicados a sustentabilidade. Por fim, constatou-se que uma formação pautada na sustentabilidade permite aos futuros engenheiros atuarem como um provedor de soluções sociais nas questões socioambiental, equitatividade e resiliência.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Desenvolvimento sustentável. Ensino de engenharia.

INTRODUÇÃO

A atuação profissional de um engenheiro compatível com as demandas da sociedade é cada vez mais desafiadora, dada uma situação dinâmica e conectada ao mundo, marcada por novas tendências sociais, econômicas e ambientais (Stock; Kohl, 2018). Diante desse panorama, a aprendizagem significativa, assertiva e o desenvolvimento de múltiplas competências tornaram-se premissas para professores e estudantes de engenharia. A Comissão Europeia de Educação na UE recomenda o desenvolvimento de novas competências sociais e autocompetências mínimas exigidas aos novos engenheiros, sendo elas: liderança, inovação, gestão de pessoas, comunicação, criatividade, aprendizagem ao longo da vida, responsabilidade social/ambiental e entre outras (Comissão Europeia, Competências essenciais – formação educativa, 2021).

Hoje, estratégias ativas de aprendizagem ganharam evidência, pois os estudantes de

engenharia constroem seus conhecimentos, lideram suas descobertas e desenvolvem inúmeras habilidades e competências durante o processo (Bhat *et al.*, 2020).

As metodologias ativas estão ganhando evidência, pois estimulam a autonomia na aprendizagem, revisitar conhecimentos já adquiridos, ensinar entre pares, criticidade e conversão do conhecimento em aplicação técnica e científica. A aprendizagem baseada em projetos ativa a metacognição de forma induzida e não modificada. Essa estratégia de ensino-aprendizagem ativa transforma o conhecimento em conduta profissional, pois faz o aluno refletir sobre o seu processo de aprendizagem. Ele se questiona: estou ciente de como aprendo? O que eu preciso aprender? Que competências e habilidades preciso desenvolver para resolver este problema?

O professor dentro desse processo de ensino-aprendizagem de associação de metodologias ativas e pensamento cognitivo deve promover um ambiente que estimule a autonomia do aluno, ou seja, um ecossistema que oferece recursos, ferramentas, informações, interações com o ambiente e com o grupo, a fim de potencializar o processo de construção do seu conhecimento (Andreatta, *et al.*, 2010). Ao nível das metodologias de ensino-aprendizagem no ensino superior, esta abordagem orientada e centrada no estudante de engenharia, promove uma aprendizagem assertiva e eficaz.

REVISÃO DA LITERATURA

Para o ensino da sustentabilidade uma alternativa que se mostra eficaz são os métodos de aprendizagem ativa, como a aprendizagem baseada em projetos. Dancz, *et al.* (2018) afirmam que a aprendizagem ativa auxilia na assimilação de conceitos e conhecimentos de projeto de engenharia e sustentabilidade. Hoje são necessárias inúmeras competências e habilidades associadas ao senso crítico em relação aos aspectos ambientais e sociais (Rampasso *et al.*, 2018).

A sustentabilidade deve estar no centro das estratégias de ensino e das políticas educativas das IES (Staniski; Katilute, 2016). No ensino tradicional de engenharia, a otimização das soluções é orientada pelo aspecto econômico. Hoje, a atuação dos engenheiros, além da resolução de problemas, deve incluir também aspectos sociais e ambientais, gerando um novo conceito denominado “responsabilidade da engenharia”, que se apoia em valores que a direcionam para um quadro de sustentabilidade.

As novas gerações de engenheiros devem trabalhar numa perspectiva de sustentabilidade e de infraestruturas sustentáveis. Esses futuros profissionais têm o desafio de atender às necessidades da sociedade sem comprometer a viabilidade existencial das gerações futuras. Diante desse cenário, o aprimoramento dos currículos de engenharia é essencial para que as IES acompanhem a evolução da sociedade, e possibilitem aos seus alunos uma formação compatível (Rampasso *et al.*, 2018).

Dentro do cenário brasileiro, muitos estudos têm sido desenvolvidos na inclusão da

sustentabilidade dentro da engenharia. Este assunto ganhou maior notoriedade a partir de 1980, em todos os níveis de ensino, a ponto de ser inserido na legislação vigente. A lei nº 6.938/81, estabelece que a educação ambiental deve fazer parte de todas as modalidades de educação. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira nº 9.394/96 estabeleceu a educação ambiental como diretriz na educação brasileira. Porém, foi somente com a lei nº 9.795/99, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, que o assunto ganhou relevância e maior inclusão. No entanto, muitas dificuldades e obstáculos precisam ser superados para um ensino de engenharia de qualidade e sustentável. Na seção seguinte, esses obstáculos serão especificados.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

As pesquisas bibliográficas oportunizam a comunidade científica compreender os avanços e inovações nas pesquisas já publicadas. A pesquisa teórica adotada para este estudo é a do “Estado da Arte” ou “Síntese Integrativa”. Sua importância se dá em compreender com profundidade o atual estágio do conhecimento sobre determinado assunto, evidenciando lacunas e questionamentos sobre pontos específicos. Esta modalidade de pesquisa permite fazer uma análise macro da temática (Romanowski; Ens, 2006). Outra grande potencialidade é de mapear as produções científicas e os principais avanços e destaques obtidos em uma janela temporal.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conceitos e conhecimentos de outras áreas da educação têm sido utilizados na área da educação para o desenvolvimento sustentável. Entre elas estão as abordagens da multidisciplinaridade, da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade, que ultrapassam os limites das áreas do conhecimento, provocando a integração de diferentes conceitos (Guerra, 2017; Rampasso *et al.*, 2018).

Diante de um contexto global complexo, o ensino de engenharia em perspectivas multidisciplinares se destaca no ensino de engenharia. Essa abordagem difere do que é oferecido atualmente aos estudantes, pois integra disciplinas e fortalece vínculos entre as áreas do conhecimento. Atualmente as maiores lacunas são a falta de material didático, resistência dos professores às premissas e inclusão da sustentabilidade, aspectos sociais e regionais, dissonância entre o ensino de sustentabilidade aprendido nas universidades e o que é praticado no mercado de trabalho, sobrecarga dos professores em tarefas administrativas, falta de recursos e comprometimento das universidades e sua constância em seus propósitos de sustentabilidade (Rampasso *et al.*, 2018).

A Tabela 1 apresenta as principais dificuldades do ensino da sustentabilidade na engenharia segundo a literatura.

Dificuldades	Referências
Falta de infraestrutura;	Iyer-Raniga; Andamon, (2016);
Falta de recursos e materiais adequados para o desenvolvimento de ações voltadas ao ensino da sustentabilidade.	Rydhagen; Dackman, (2011); Zabaniotou <i>et al</i> , (2021).
Dissonância na integração de componentes curriculares e conteúdos voltados à multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade aplicada ao ensino da sustentabilidade.	Rampasso <i>et al</i> , (2018); Staniskis; Katiliute, (2016); Zabaniotou <i>et al</i> , (2021).
As estratégias administrativas das universidades carecem de iniciativas e programas que promovam a sustentabilidade dos seus campi.	Staniskis and Katiliute, (2016); Zhao <i>et al</i> , (2018).
Falta de apropriação em disciplinas de engenharia que contemplem aspectos econômicos e sociais e perspectivas de sustentabilidade ambiental;	Zabaniotou <i>et al</i> , (2021).
Falta o cruzamento das informações aprendidas nos cursos de engenharia e as reais necessidades do mercado de trabalho.	
Falta de material didático atualizado, com ênfase na sustentabilidade aplicada ao ensino de engenharia.	Staniskis; Katiliute, (2016); Rampasso <i>et al</i> ., (2018).

Fonte: Dos autores (2024).

Sunthonkanokpong (2010), contextualiza uma linha do tempo que resume as premissas do ensino de engenharia na atualidade e as perspectivas futuras. Com o passar do tempo, a conjuntura, questões políticas, econômicas e sociais, interferiram diretamente no ensino de engenharia. A primeira época refere-se à Indústria local e de proporção nacional (1900 - 1950), os acadêmicos de engenharia eram instruídos para a prática. Na segunda época houve uma grande transição devido à mudança de cultura, ocorrida na ciência aplicada à engenharia, esta fase ficou conhecida como a tecnológica (1950 - 2000) que é de ordem internacional. A partir de 2000, há a fase pós-industrial de proporção global e depois a sustentabilidade que inclui o local e o global (2000 - 2050).

CONCLUSÃO

A educação não é uma panaceia nem o ponto final da solução para compatibilizar a existência humana e o desenvolvimento sustentável. No entanto, desempenha um papel

fundamental na determinação das perspectivas futuras das nações. A educação é o ponto de partida e sem ela nenhuma nação pode desenvolver-se de forma sustentável, equitativa e resiliente, face a uma situação tão complexa e a mudanças aceleradas.

Um dos maiores desafios no ensino da sustentabilidade é a construção de estratégias que promovam o diálogo entre o conteúdo e as experiências dos alunos. Neste estudo, uma das principais dificuldades encontradas foi a falta de material didático atualizado com destaque para o ensino da sustentabilidade na engenharia. Outro problema que se destaca é a dissonância na integração dos componentes curriculares, pois o ensino da sustentabilidade é abordado de forma desvinculada do currículo, sendo muitas vezes visto como complementar e abstrato pelos professores da área das exatas. Existe a necessidade de mais disciplinas e estudos que compatibilizem os aspectos sociais, ambientais e econômicos, bem como a aproximação das práticas de sustentabilidade nos cursos de engenharia e as reais necessidades do mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDREATTA, Marta et al. A rift between implicit and explicit conditioned valence in human pain relief learning. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 277, n. 1692, p. 2411-2416, 31 mar. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0103>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - **Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996.

BHAT, Shreeranga et al. Collaborative Learning for Outcome Based Engineering Education: A Lean Thinking Approach. **Procedia Computer Science**, v. 172, p. 927-936, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.134>. Acesso em: 10 ago. 2024.

DANCZ, Claire L. A.; BILEC, Melissa M.; LANDIS, Amy E. Active Experiential Sustainable Engineering Module for Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 144, n. 1, p. 04017011, jan. 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ei.1943-5541.0000345](https://doi.org/10.1061/(asce)ei.1943-5541.0000345). Acesso em: 10 ago. 2024.

IYER-RANIGA, Usha; ANDAMON, Mary Myla. Transformative learning: innovating sustainability education in built environment. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 17, n. 1, p. 105-122, 4 jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ijshe-09-2014-0121>. Acesso em: 10 ago. 2024.

RAMPASSO, I. S. et al. An analysis of the difficulties associated to sustainability insertion in engineering education: Examples from HEIs in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 193, p. 363-371, ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.079>. Acesso em: 10 ago. 2024.

RYDHAGEN, B.; DACKMAN, C. Integration of sustainable development in sanitary engineering education in Sweden. **European Journal of Engineering Education**, v. 36, n. 1, p. 87-95, mar. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03043797.2010.539678>. Acesso em: 10 ago. 2024.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte”. **Diálogos Educacionais**, v. 6, n. 6, p. 37–50, 2006.

STANIŠKIS, Jurgis Kazimieras; KATILIŪTĒ, Eglē. Complex evaluation of sustainability in engineering education: case & analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 120, p. 13-20, maio 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.086>. Acesso em: 10 ago. 2024.

STOCK, Tim; KOHL, Holger. Perspectives for International Engineering Education. **Procedia Manufacturing**, v. 21, p. 10-17, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.089>. Acesso em: 10 ago. 2024.

SUNTHONKANOKPONG, Wisuit. Future Global Visions of Engineering Education. **Procedia Engineering**, v. 8, p. 160-164, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.03.029>. Acesso em: 10 ago. 2024.

ZABANIOTOU, Anastasia; BOUKAMEL, Oumaïma; TSIROGIANNI, Aigli. Network assessment: Design of a framework and indicators for monitoring and self-assessment of a customized gender equality plan in the Mediterranean Engineering Education context. **Evaluation and Program Planning**, v. 87, p. 101932, ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.101932>. Acesso em: 10 ago. 2024.

ZHAO, Shuli; ZHANG, Hua; WANG, Junlin. Cognition and system construction of civil engineering innovation and entrepreneurship system in emerging engineering education. **Cognitive Systems Research**, v. 52, p. 1020-1028, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2018.10.020>. Acesso em: 10 ago. 2024.