

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

ACTIVE METHODOLOGIES IN ENGINEERING TEACHING: A BIBLIOMETRIC REVIEW

Antonio Karlos Araújo Valença*  E-mail: akavalenca@gmail.com

*Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Paraíba, PB, Brasil.

Resumo: Este artigo apresenta uma revisão bibliométrica sobre as metodologias ativas no ensino de engenharia. O estudo teve como objetivo analisar a produção científica existente sobre esse tema, identificando tendências de pesquisa, áreas de estudo e contribuições. Foram revisados 41 estudos publicados em periódicos científicos relevantes. A revisão revelou que as metodologias ativas como Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem por Projetos e Sala de Aula Invertida, são amplamente utilizadas no ensino de engenharia, com um crescente interesse nos últimos anos. Além disso, identificou-se tendências de pesquisa, como a utilização de tecnologias digitais e desenvolvimento de softwares que engajassem as aprendizagem e desempenho acadêmico dos estudantes de engenharia. Com base nos resultados bibliométricos, os cursos que mais se destacaram foram Engenharia de Produção e Engenharia da Computação com 6 trabalhos publicados cada. As descobertas da pesquisa destacam a importância dessas abordagens para promover uma formação mais efetiva, preparando os estudantes de engenharia para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Palavras-chave: Metodologias ativas. Ensino de engenharia. Revisão Bibliométrica.

Abstract: This article presents a bibliometric review on the use of active methodologies in engineering education. The study aimed to analyze the existing scientific production on this topic, identifying research trends, areas of study and contributions. We reviewed forty-one studies published in relevant scientific journals. The review revealed that active methodologies such as Problem-Based Learning, Project Learning and Flipped Classroom are regular used in engineering education, with a growing interest in recent years. In addition, research trends were identified, such as the use of digital technologies and software development that would engage the learning and academic performance of engineering students. Based on the bibliometric results, the courses that stood out the most were Production Engineering and Computer Engineering with six papers published each. The research findings highlight the importance of these approaches to promote more effective training, preparing engineering students to meet the challenges of the contemporary world.

Keywords: Active methodologies. Engineering teaching. Bibliometric review.

1 INTRODUÇÃO

O cenário do ensino superior na atualidade tem sido marcado por profundas reflexões acerca do processo ensino-aprendizagem. A pandemia da COVID-19 teve

um impacto significativo na educação em todo o mundo, incluindo no ensino de engenharia (Costa, 2020; Lemos *et al.*, 2021). Com as restrições impostas pelo distanciamento social e o fechamento de instituições educacionais, muitas escolas e universidades precisaram migrar para o ensino remoto ou híbrido, o que tornou ainda mais importante o uso de novas metodologias de ensino para manter o engajamento dos estudantes e promover uma aprendizagem efetiva (Moreno; Rinaldi, 2021; Dos Santos *et al.*, 2021).

O ensino de engenharia tem enfrentado desafios significativos para acompanhar as demandas de um mundo em constante evolução. A tradicional abordagem de transmissão de conhecimento, baseada em aulas expositivas e passivas, mostra-se cada vez mais limitada no preparo de futuros engenheiros para lidar com problemas complexos e multidisciplinares. Diante dessa realidade, as metodologias ativas têm ganhado destaque como alternativas inovadoras e eficazes no ensino de engenharia.

As metodologias ativas enfatizam a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, promovendo a colaboração, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação prática dos conceitos aprendidos. Essas abordagens pedagógicas têm o potencial de engajar os estudantes de engenharia, desenvolvendo suas habilidades cognitivas e socioemocionais, além de prepará-los para as demandas do mercado de trabalho atual. Nesse sentido, os professores precisaram se reinventar, indo além do simples ensino da matéria, e se dedicando também ao desenvolvimento de atitudes, hábitos morais, formação de valores e ao estímulo de comportamentos responsáveis de participação e cooperação por parte dos alunos (Saraiva *et al.*, 2020; Da Silva, 2021).

Diversos estudos têm investigado o impacto das metodologias ativas no ensino de engenharia, fornecendo evidências empíricas sobre sua eficácia e benefícios. Johnson *et al.* (2014) demonstraram que o uso de metodologias ativas, como aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem por projetos e sala de aula invertida, pode levar a uma maior retenção de conhecimento e melhor desempenho acadêmico dos estudantes de engenharia. Além disso, Guerra *et al.* (2017) destacam a importância das metodologias ativas na promoção do desenvolvimento de competências transversais, como trabalho em equipe,

comunicação eficaz e pensamento crítico, habilidades essenciais para os engenheiros enfrentarem os desafios da sociedade contemporânea.

No entanto, apesar do crescente interesse e da importância dessas abordagens no ensino de engenharia, ainda há lacunas de conhecimento em relação às tendências e ao uso efetivo das metodologias ativas nesse contexto. Portanto, esta, revisão bibliométrica tem como objetivo analisar e sintetizar a produção científica existente sobre as metodologias ativas no ensino de engenharia, identificando as principais tendências de pesquisa, áreas de estudo e contribuições para a área. Além disso, busca ainda, apresentar as metodologias ativas mais utilizadas, áreas de estudo específica, quais ferramentas tecnológicas estão associadas e por fim, qual o impacto na aprendizagem dos alunos.

2 METODOLOGIAS ATIVAS NA ENGENHARIA

As metodologias ativas têm sido amplamente adotadas no ensino de engenharia como alternativas eficazes à tradicional abordagem de transmissão passiva de conhecimento. Essas abordagens pedagógicas colocam o estudante como protagonista do processo de aprendizagem, incentivando sua participação ativa, o desenvolvimento de habilidades práticas e a aplicação dos conhecimentos adquiridos (Prince, 2004; Michael, 2006; Da Silva Souza *et al.*, 2014; Venturini; Silva, 2018). Cunha (2015) afirma que este tipo de metodologia deve ser voltado para a criação de ambientes de aprendizagem que permitam ao estudante aprender a aprender, para o desenvolvimento de competências que atendam às exigências profissionais necessárias a formação do engenheiro.

Embora exista uma série de estratégias e conceitos dos métodos ativos (Berbel, 2011; Barbosa; Moura, 2014; Marin *et al.*, 2010; Prince, 2004; Mitre *et al.*, 2008; Bonwell; Eison, 1991), as mais destacadas são: Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), Projetos (PjBL) e Sala Invertida (*Flipped Classroom*). Entretanto, a Gamificação (*Gamification*), Aprendizagem Baseada em Casos (*Cases-Based Learning* – CBL) e Simulação (*Simulation-Based Learning* – SBL) tem sido muito utilizadas como metodologias auxiliares.

Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* – PBL) é uma abordagem que coloca os estudantes diante de problemas complexos do mundo real, nos quais devem identificar questões-chave, buscar informações relevantes, analisar e propor soluções. Baden e Major (2004) têm contribuído para o avanço da PBL, fornecendo diretrizes práticas e estudos de caso que demonstram seus benefícios no ensino de engenharia.

Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning* – PjBL) envolve a realização de projetos práticos, nos quais os estudantes aplicam seus conhecimentos e habilidades para resolver problemas reais ou desenvolver produtos tangíveis. Thomas e Brown (2011) e Helle *et al.* (2006) têm explorado a importância da PjBL no desenvolvimento de competências técnicas e transversais dos estudantes de engenharia.

A sala de aula invertida (*Flipped Classroom*) é uma abordagem que envolve a inversão da dinâmica tradicional de aula, em que os estudantes adquirem o conhecimento teórico antes das aulas presenciais e utilizam o tempo em sala de aula para atividades práticas, discussões e esclarecimento de dúvidas. Lage *et al.* (2000) e Strayer (2012) têm investigado os efeitos da sala de aula invertida no ensino de engenharia, apontando para melhorias na participação dos estudantes, na compreensão dos conceitos e no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Aprendizagem Baseada em Casos (*Case-Based Learning* – CBL) é uma abordagem educacional que utiliza casos reais ou fictícios como ponto central para a aprendizagem dos alunos. Os casos são situações complexas e contextualizadas, que requerem análise, reflexão e tomada de decisões por parte dos estudantes. Essa abordagem busca promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e aplicação prática do conhecimento. Hsu (2004) e Kaner *et al.* (2008) tem contribuído significativamente com estudos que ilustram os desafios e as soluções encontrados pelos professores em sala de aula, promovendo a reflexão e o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas.

Aprendizagem Baseada em Simulação (*Simulation-Based Learning* – SBL) utiliza simulações para criar ambientes de aprendizagem imersivos e realistas, nos quais os estudantes podem praticar e aplicar habilidades e conhecimentos em

situações simuladas. Essa abordagem é amplamente utilizada em áreas como saúde, engenharia, negócios e treinamento profissional. Kortesoja (2012) aborda a importância da simulação e tecnologia na transformação do ensino superior. Huttar e BrintzenhofeSzoc (2020) discutem o uso de simulações virtuais como uma forma eficaz de ensino e aprendizagem a distância.

A Gamificação (*Gamification* ou *Game-Based Learning*) é uma abordagem que utiliza elementos de jogos e mecânicas de design de jogos em contextos não relacionados a jogos, como educação, treinamento corporativo e saúde, com o objetivo de aumentar o engajamento, a motivação e a aprendizagem dos participantes (Silva *et al.*, 2019). Autores como Alsawaier (2018), Kalogiannakis *et al.* (2021) e Deterding (2014) tem estudado, explorado e discutido os princípios da gamificação e seus impactos na resolução de problemas, fornecendo insights práticos sobre como aplicá-la no contexto educacional e de treinamento.

Diversos autores (Da Silva *et al.*, 2018; Cano, 2019; Sáiz-Manzanares *et al.*, 2020; Conde *et al.*, 2021; Pucinelli *et al.*, 2021) buscaram o entendimento aplicado das metodologias ativas no ensino de engenharia, de modo que essas metodologias ajudem aos alunos a desenvolver habilidades práticas, promover o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação dos conhecimentos teóricos em contextos reais. Além disso, incentiva a autonomia, a criatividade e a capacidade de aprendizado ao longo da vida, preparando os estudantes para enfrentar os desafios da profissão de engenheiro (Ferrari, 2018).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Busca dos artigos

A revisão bibliométrica é um procedimento metodológico utilizado para analisar e sistematizar a produção científica disponível sobre um determinado tema, utilizando técnicas quantitativas e qualitativas. Essa abordagem permite identificar tendências, lacunas de pesquisa, principais autores, áreas de estudo e contribuições específicas dentro de um campo de conhecimento. O objetivo foi buscar artigos publicados que relacionam a aplicação das Metodologias Ativas no ensino de Engenharia. A coleta de dados foi realizada e analisada durante o mês de maio,

sendo adotado como base de dados a plataforma da Scopus, devido a sua difusão dentro da comunidade acadêmica e a confiabilidade de sua seleção (Caviggioli; Ughetto, 2019). Os seguintes termos de pesquisa, combinações de termos e os parâmetros booleanos foram usados e apresentado desta forma: *(TITLE-ABS-KEY ("active methodolog*") AND TITLE-ABS-KEY (engineering)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j"))*. O material analisado ficou concentrado em artigos publicados em periódicos dentro da área de engenharia até maio/2023.

3.2 Seleção dos artigos

Os artigos foram organizados manualmente pois algumas informações contidas neles precisaram ser ajustadas para a devida interpretação e posterior análise. Os dados extraídos da Scopus foram alocados em uma planilha eletrônica do MS Excel para gerenciar e organizar os trabalhos que seriam analisados, seguindo os critérios: (a) anos das publicações, (b) título das publicações, (c) autor(es), (d) afiliações dos autores, (e) quantidade de citações, (f) área da engenharia, (g) metodologia utilizada, e (h) revistas nas quais os artigos foram publicados. Em alguns casos, os trabalhos foram excluídos pois não pertenciam ao universo de ensino a engenharia, assim ao final da seleção, restou 41 trabalhos que foram analisados.

3.3 Análise dos artigos

Baseado nos dados obtidos, foi utilizado o software VOSviewer para a construção e visualização dos mapas de redes bibliométricas, com o intuito de identificar diferentes agrupamentos distinguíveis entre si (Van Eck; Waltman, 2010). Assim, o VOSviewer possibilitou a elaboração de mapas de rede de autores e co-autores, análise de ocorrência de palavras-chaves, localização geográfica das publicações e ocorrências de citações e co-citações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

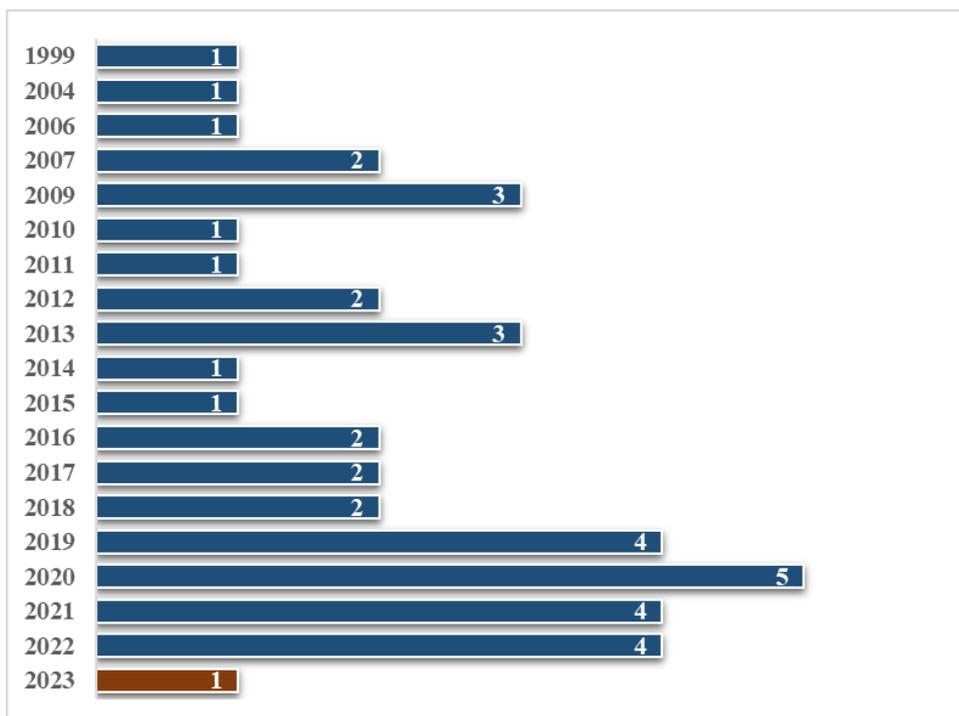
4.1 Distribuição das publicações por ano

A análise das publicações por ano é uma parte fundamental de uma revisão bibliométrica, pois permite identificar as tendências e o desenvolvimento da pesquisa ao longo do tempo. Desse modo, pode-se ver na Figura 1 o gráfico da distribuição de artigos por ano de publicação. Segundo os dados, o artigo mais antigo que trata das metodologias ativas no ensino de engenharia data o ano de 1999, dos autores Galache e Perez (1999). Neste estudo, os autores propõem uma metodologia ativa para o ensino de conceitos relacionados à composição do ar e à poluição atmosférica, composta em seis etapas, como: (a) princípios fundamentais, (b) trabalho de campo, (c) experiências de laboratório, (d) trabalho bibliográfico, (e) discussão e clarificação de conceitos, e por fim, (f) avaliação dos conhecimentos. A conclusão desse estudo mostra que a metodologia proposta motivou os alunos, produzindo uma atitude de respeito e responsabilidade com o meio ambiente.

A distribuição dos artigos ao longo dos anos de 1999-2018 se mantém sem muitas variações. No entanto, a partir do ano de 2019 inicia um crescimento das publicações desses artigos. Solla Price (1986) argumenta que certos campos científicos passam por uma fase de "crescimento explosivo", impulsionados por avanços e descobertas significativas que geram um interesse renovado e uma produção científica aumentada.

No ano 2020, com 5 publicações, o artigo mais citado (13 citações) pertence aos autores De Araújo *et al.* (2020), que realizaram um estudo de caso para desenvolver habilidades profissionais e empreendedoras por meio da aprendizagem baseada em problemas, utilizando uma amostra de 1.209 estudantes de engenharia no Estado da Bahia. Os autores utilizaram a metodologia baseada no programa ARTHE, que prevê um conjunto de ações pedagógicas para a elaboração de atividades interdisciplinares, com o objetivo de superar a fragmentação do conhecimento na engenharia e a falta de relacionamento com a prática profissional.

Figura 1 - Distribuição das publicações por ano



Fonte: Autor (2023).

Os demais anos 2019, 2021 e 2022 (com 4 trabalhos cada) estão representados na Tabela 1, bem como os trabalhos que foram destaques. De acordo com os dados da pesquisa, trabalho mais citado foi de Conde *et al.* (2021) com 50 citações. Neste estudo, os autores além de realizarem um mapeamento com alunos, também realizaram uma revisão da literatura sobre metodologia STEAM para entender qual o potencial do ensino-aprendizagem nessas áreas de estudo. Como conclusões, este artigo mostra que a robótica e a mecatrônica aplicadas com metodologias ativas devem ser um bom meio para envolver os alunos nas disciplinas STEAM e, assim, auxiliar na aquisição do que é comumente conhecido como habilidades do século 21. A metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) é uma abordagem educacional que integra as disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática, que busca promover a aprendizagem interdisciplinar, explorando conexões e aplicando conhecimentos em contextos do mundo real. Martinez e Stager (2013) defendem a aprendizagem baseada em projetos e a utilização de ferramentas e tecnologias para fomentar a criatividade e a exploração no contexto STEAM. Patton e Knochel (2017)

abordam a importância da educação STEAM para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e criativas dos estudantes e apontam os desafios e as oportunidades relacionados à integração de disciplinas e práticas criativas no ensino.

Tabela 1 - Trabalhos destacados nos anos com maior número de artigos publicados

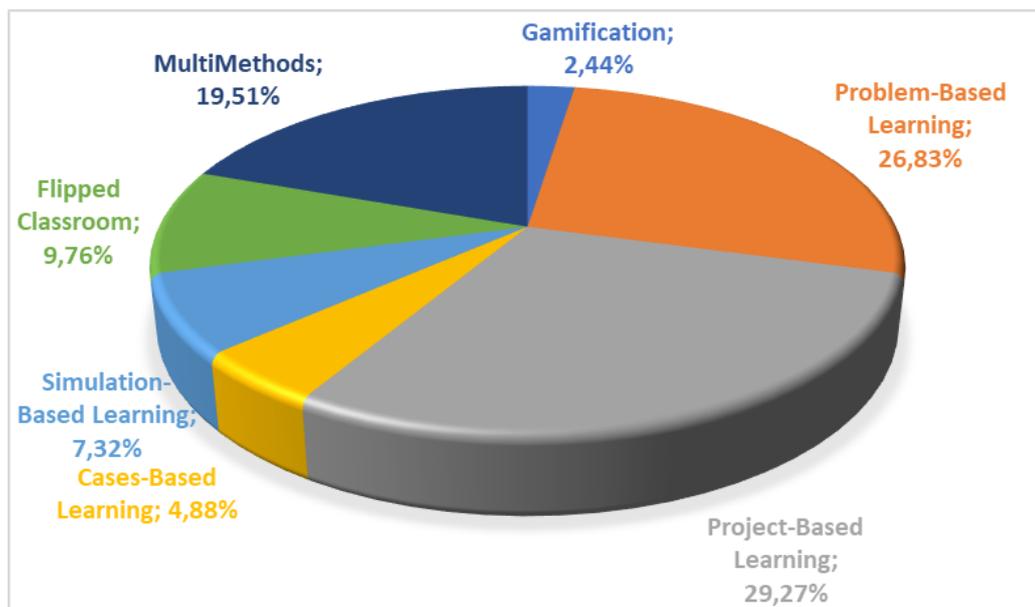
Título	Autores	Nº Citação
Professional development program to promote active learning in an engineering classroom.	Domingues <i>et al.</i> (2019)	11
Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review.	Conde <i>et al.</i> (2021)	50
Gender, prior knowledge, and the impact of a flipped linear algebra course for engineers over multiple years.	Hardebolle <i>et al.</i> (2022)	4

Fonte: Autor (2023)

4.2 Metodologias Ativas identificadas nas publicações

Nesta seção, buscou-se identificar quais metodologias foram mais utilizadas nas publicações indexadas na base da Scopus. Na Figura 2 é apresentado a distribuição em relação as metodologias utilizadas. Pode-se dizer que as metodologias *Project-Based Learning* (29,27%), *Problem-Based Learning* (26,83%) e *Flipped Classroom* (9,76%) são amplamente utilizadas no ensino de engenharia. O termo Multimodos (19,51%) classifica os trabalhos que fizeram o uso de metodologias combinadas. Spector (2020) discute a importância de combinar diferentes abordagens ativas de ensino, como aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos e simulações, para promover uma aprendizagem mais efetiva e engajadora. Alves e Tometich (2018) destacam a importância de combinar metodologias ativas de ensino para criar uma abordagem mais holística e abrangente para a aprendizagem, envolvendo os alunos em diferentes tipos de atividades que promovam a reflexão, a aplicação prática e a colaboração.

Figura 2 - Distribuição das Metodologias ativas dos trabalhos analisados



Fonte: Autor (2023).

Na Tabela 2 são apresentados os artigos destacados de acordo com cada metodologia ativa aplicada ao ensino de engenharia identificados na base da Scopus juntamente com a área da engenharia na qual foi realizado o estudo, sendo identificados 10 cursos de engenharia com destaque para Engenharia da Computação e Engenharia de Produção com 6 publicações cada, que representa 14,63% dos trabalhos. O termo Multidisciplinar foi utilizado para classificar os trabalhos que, não envolvem somente a Engenharia, mas há a participação de outras áreas como Psicologia, Ciências Sociais e Ciências Exatas e da Terra, correspondente a 31,30%.

Tabela 2 - Lista das metodologias identificada nos trabalhos

Metodologia	Título	Autoria	Curso de Engenharia	Citações
Project-Based Learning (PjBL)	Analysis of introducing active learning methodologies in a basic computer architecture course.	Arbelaitz <i>et al.</i> (2015)	Engenharia Computação	da 29
Problem-Based Learning (PBL)	Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering	Fonseca e Gomez (2017)	Engenharia Computação	da 30
Flipped Classroom	An active methodology for teaching electronic systems design	Boluda <i>et al.</i> (2006)	Engenharia Telecomunicações	de 24
Simulation-Based Learning (SBL)	A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes	Dúran <i>et al.</i> (2007)	Engenharia Elétrica	46
Cases-Based Learning (cBL)	Makerspace for Skills Development in the Industry 4.0 Era	Dos Santos e Benneworth (2019)	Engenharia Produção	de 7
Gamification	Gamification for Maths and Physics in University Degrees through a Transportation Challenge	Hilario <i>et al.</i> (2022)	Engenharia Produção	de 0
Multimodos	Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review	Conde <i>et al.</i> (2021)	Multidisciplinar	50

Fonte: Autor (2023).

Os resultados apresentados pelos trabalhos que foram classificados com multidisciplinar reforça o argumento de que a utilização de equipes multidisciplinares no ensino de engenharia proporciona uma educação mais rica, prepara os estudantes para os desafios da prática profissional e estimula a inovação e a colaboração efetiva. Torruellas-Garcia *et al.* (2022) e Guo *et al.* (2020) exploram e discutem as vantagens e a importância da colaboração entre disciplinas e como isso pode ser aplicado na educação, promovendo o aprendizado ativo e a resolução de problemas complexos.

4.3 Análise das Instituições de Ensino e Países

A produtividade de instituições de ensino e países é um tema amplamente discutido na literatura acadêmica. Bar-Ilan (2008) discute diferentes indicadores de produtividade científica e tecnológica, fornecendo uma visão abrangente sobre como medir e analisar a produtividade das instituições de ensino e países. Com isso, na Tabela 3 se encontra a relação das Instituições de Ensino que obtiveram maiores quantitativo de registros nas participações entre as publicações sobre as metodologias ativas no ensino de engenharia. Foram identificadas 46 instituições de ensino, no entanto para a composição destes resultados, optou-se por selecionar as que tiveram pelo menos 3 registros, através do VOSViewer, resultando em 60,97% das instituições encontradas.

Tabela 3 - Frequência das Instituições de Ensino Superior por número de publicações

Instituição de Ensino Superior	Registros	%
Universidad de Salamanca	6	
Universitat Politècnica de Catalunya	5	
Universitat Politècnica de València	4	
Universidad de Zaragoza	4	
Universidad Politécnica de Madrid	3	
Universidad Católica del Norte	3	
Total	25	60,97%

Fonte: Autor (2023).

Relacionando a quantidade de publicações por posição geográfica, foram identificados 13 países que tiveram pelo menos 1 trabalho relacionado com a temática. O país que deteve o maior quantitativo de publicações foi a Espanha com 18 trabalhos, o que corresponde a 43,9% do total analisado. Em segundo lugar estão Brasil e Chile com 5 trabalhos cada (12,2%). Além do Brasil e Chile, outros países da América do Sul como Peru, Argentina e Colômbia publicaram 1 trabalho cada. Os resultados das publicações dos países da América do Sul correspondem a 31,71% do total publicado. A Figura 3 apresenta o mapa de rede, gerado pelo VOSViewer, dos países que publicaram trabalhos acerca da temática.

Tabela 4 - Periódicos indexados mais prolíficos nas publicações

Periódico	Documentos	Autoria	Nº Citações
International Journal of Engineering Education	10	Ponsa <i>et al.</i> (2009)	23
IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje	6	Fonseca; Gomes (2017)	30
IEEE Transactions on Education	4	Arbelaitz <i>et al.</i> (2014)	29
Sustainability (Switzerland)	2	Sáiz-Manzanares (2020)	6
Computer Applications in Engineering Education	2	Conde <i>et al.</i> (2021)	50
European Journal of Engineering Education	2	Macho-Stadler; Jesús Elejalde-García (2013)	19

Fonte: Autor (2023).

4.5 Análise bibliométrica de Autoria e Co-autoria

A análise bibliométrica de autoria e coautoria examina os padrões de autoria e colaboração entre autores em publicações acadêmicas. Para ilustrar este cenário, a Figura 4 apresenta o mapa de rede de autoria e coautoria gerado pelo VOSViewer dos autores mais relevantes nas publicações referentes às metodologias ativas no ensino de engenharia. Embora o mapa de rede não seja tão vasto, é possível visualizar 4 clusters em cores, vermelha (3 autores), verde (2 autores), amarelo e azul (1 autor cada). Esses clusters retratam diferentes áreas nas quais estes autores trabalharam suas publicações. As ocorrências foram relacionadas com no mínimo 2 publicações, tendo como destaque o autor Garcia-Peñalvo F. J., com 5 colaborações, apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 -Artigos com maiores participações do autor García-Peñalvo F. J.

Título	Autoria	Nº Citações
Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review	Conde <i>et al.</i> (2021)	50
Validation of a semantic search engine for academic resources on engineering teamwork	Fidalgo-Blanco <i>et al.</i> (2020)	5
Enhancing the main characteristics of active methodologies: A case with micro flip teaching and teamwork	Fidalgo-Blanco <i>et al.</i> (2018)	21
Improvement of Learning Outcomes in Software Engineering: Active Methodologies Supported	Garcia-Holgado <i>et al.</i> (2021)	11

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 23 n. 2, e-4982, 2023.

through the Virtual Campus

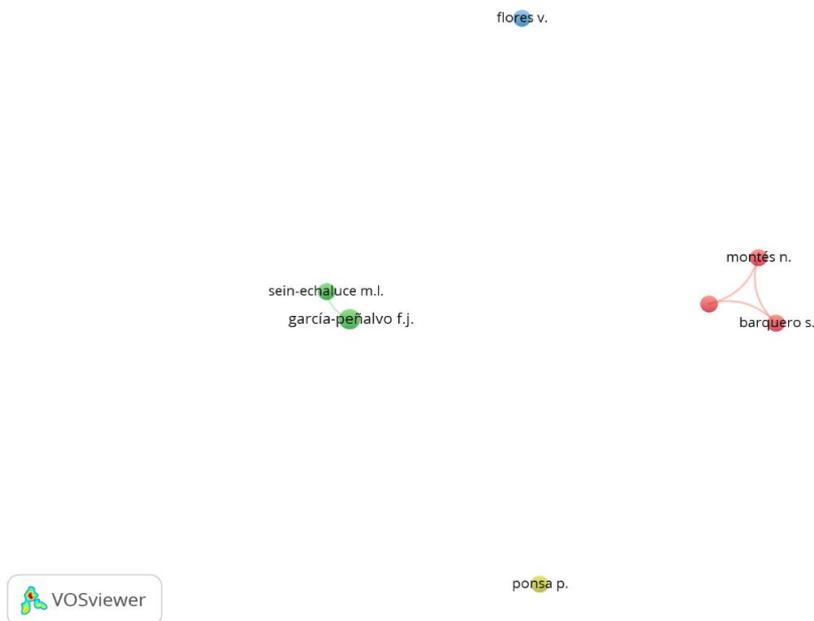
Key factors for determining student satisfaction in engineering: A regression study

González-Rogado *et al.* (2014)

18

Fonte: Autor (2023).

Figura 4 - Mapa de rede de conexão entre os autores destacados na pesquisa



Fonte: Autor (2023).

Já a Tabela 6 apresenta o quantitativo de autoria dos trabalhos. O maior quantitativo de trabalhos foi publicado por 2 e 3 autores (46,34%). Maia; Caregnato (2008) exploraram a influência das colaborações na produção científica e destacaram que a coautoria entre pesquisadores pode levar a uma maior quantidade e qualidade das publicações. O trabalho com maior número de participações, entre autoria e coautoria, foi Martín *et al.* (2013) com 7 participantes.

Tabela 6 - Número de artigos de Metodologias Ativas por números de autores

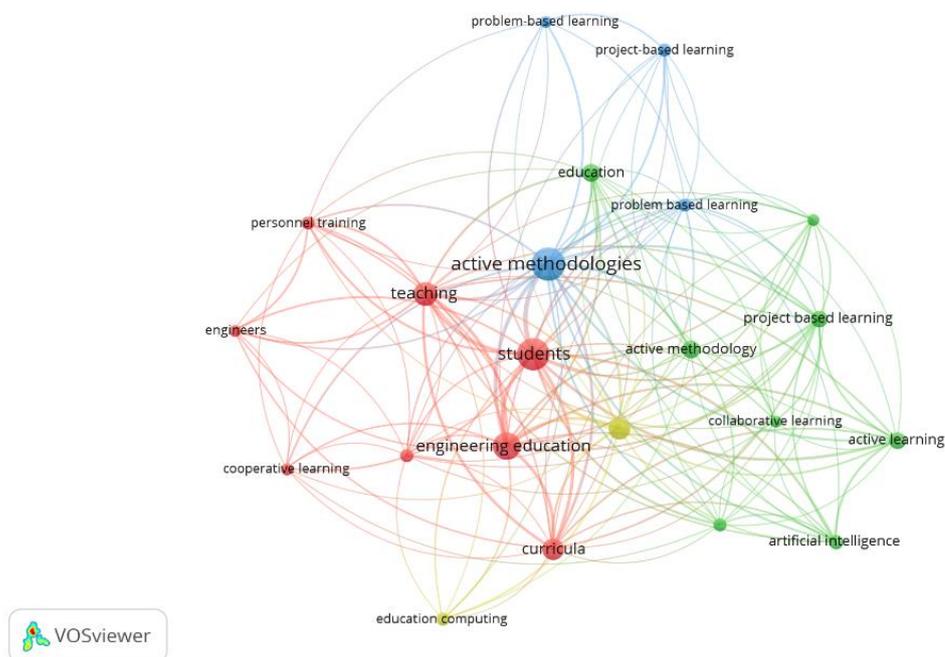
Nº de Autores	Nº de Artigos	% Nº Artigos
1	2	4,88%
2	10	24,39%
3	9	21,95%
4	7	17,07%
5	7	17,07%
6	5	12,20%
7	1	2,44%
Total	41	100%

Fonte: Autor (2023).

4.6 Análise de Palavras e Tendências de Pesquisas Futuras

Através do mapa de rede das palavras-chaves é possível visualizar as palavras mais utilizadas nas pesquisas que tratam das metodologias ativas no ensino de engenharia e assim compreender, relacionar e apontar quais tópicos relacionados ao tema estão sendo pesquisados, dentre os quais, os mais relevantes (Ceretta *et al.*, 2016). Considerando o número mínimo de 3 ocorrências e pela combinação das palavras-chave atribuídas pelos autores, a identificação da rede permitiu detectar 22 termos distribuídos em 4 clusters distintos nas cores, azul, vermelho, verde e amarelo (Figura 5), com destaque para “activies methodologies” com 24 ocorrências, 21 link e total link strength com 90. A informação Total Link Strength é descrita como atributos de peso padrão que indicam a força total dos links de um item com outros itens (Van Eck; Waltman, 2010; Al-Ashmori *et al.*, 2020). Através do VOSViewer, puderam ser identificadas 328 palavras-chaves.

Figura 5 - Mapa das palavras-chaves identificadas na busca



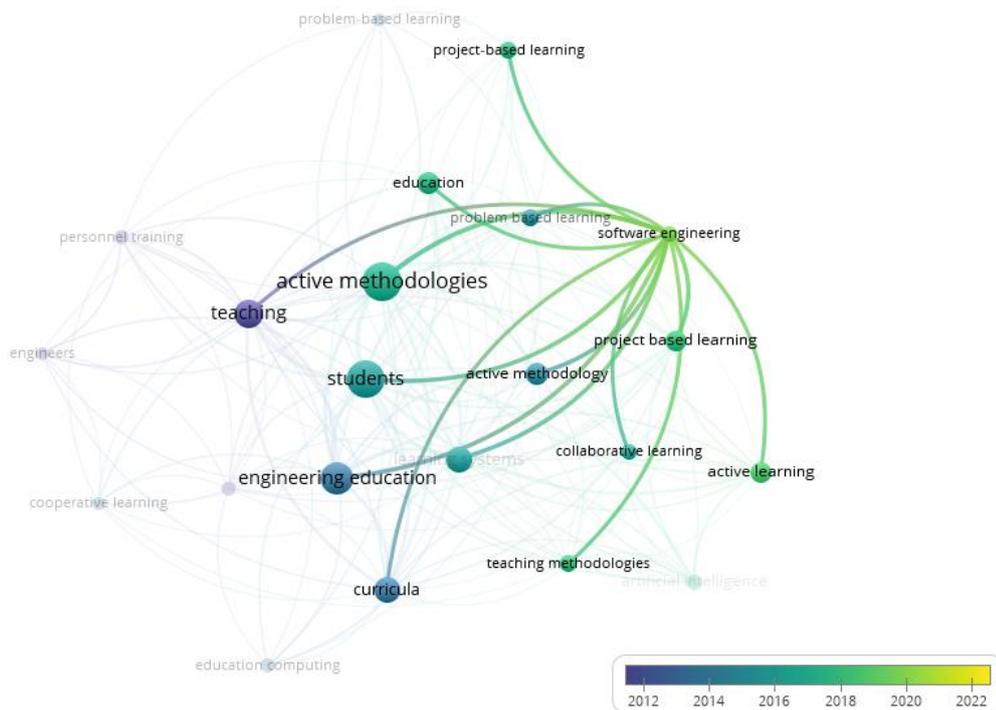
Fonte: Autor (2023).

As tendências de estudos apontam para a área de engenharia de software. Nessa área de estudo, as pesquisas futuras apontam para a utilização de

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 23 n. 2, e-4982, 2023.

tecnologias digitais no desenvolvimento de softwares que facilitem o aprendizado dos alunos e que desta forma possam causar impacto na utilização das metodologias ativas no desempenho acadêmico dos estudantes de engenharia, como apresentada na Figura 6. Assim, a Tabela 7 apresenta alguns estudos recentes que aplicaram esta nova concepção de ensino para os estudantes.

Figura 6 - Tendências em trabalhos sobre metodologias ativas



Fonte: Autor (2023)

Tabela 7 - Estudos recentes que tratam sobre as tecnologias digitais na engenharia de software

Título	Autoria
Improvement of Learning Outcomes in Software Engineering: Active Methodologies Supported through the Virtual Campus	Garcia-Holgado <i>et al.</i> (2021)
Improving Student Engagement with Project-Based Learning: A Case Study in Software Engineering	Morais <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Autor (2023).

A utilização de tecnologias digitais para o desenvolvimento de softwares que engajam o estudo do impacto das metodologias ativas no desempenho acadêmico dos estudantes de engenharia tem se mostrado uma abordagem promissora e inovadora. Essa aplicação permite a criação de ferramentas interativas e

personalizadas que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando uma experiência mais envolvente e eficaz para os estudantes.

Fonseca e Gomez (2017) têm explorado o uso de tecnologias digitais e softwares educacionais para promover a aprendizagem ativa e investigar seu impacto no desempenho acadêmico dos estudantes de engenharia. Esses estudos envolvem o desenvolvimento de aplicativos e plataformas específicas, a coleta de dados quantitativos e qualitativos, e a análise estatística para avaliar o sucesso e os benefícios dessas abordagens.

Ao utilizar tecnologias digitais, como aplicativos móveis, plataformas de e-learning, jogos educacionais e ambientes virtuais de aprendizagem, é possível criar recursos interativos que promovem a participação ativa dos estudantes, estimulam a resolução de problemas, incentivam a colaboração e facilitam o desenvolvimento de habilidades específicas. Além disso, esses softwares podem ser utilizados para coletar dados sobre o desempenho acadêmico dos estudantes, permitindo a análise e o monitoramento contínuo do progresso individual e coletivo. Isso possibilita uma avaliação mais precisa e em tempo real dos efeitos das metodologias ativas no processo de aprendizagem dos alunos de engenharia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias ativas têm sido cada vez mais adotadas no ensino de engenharia, proporcionando uma abordagem mais prática, colaborativa e voltada para o desenvolvimento de habilidades e possui como objetivo, proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizagem mais significativa, engajadora e alinhada com as demandas do mercado de trabalho. Este artigo buscou apresentar uma análise bibliométrica da produção científica a respeito da aplicação das metodologias ativas no ensino de engenharia com a intenção de entender o que está sendo estudado sobre essa temática e abrir caminhos para novas perspectivas de trabalhos futuros que possam aprimorar os métodos de ensino em engenharia. A estratégia utilizada levou a seleção de 41 artigos encontrados na base de dados da Scopus.

Identificou-se publicações referentes a artigos publicados em periódicos, dos quais o periódico *International Journal of Engineering Education* obteve destaque com o maior número de artigos publicados e, que envolvem as mais usuais metodologias ativas, como: *Project-based learning*, *problem-based learning*, *case-based learning* e *flipped classroom*. Os principais resultados da análise bibliométrica podem ser resumidos e apresentados da seguinte forma:

- a) De acordo com a base de dados da Scopus, o ano de 1999 é o ano mais antigo que trata das metodologias ativas no ensino de engenharia. A busca na base de dados da Scopus envolveu 41 artigos, 46 instituições, 13 países, 21 periódicos, 149 autores e coautores em todo o mundo.
- b) O autor com maior relevância em publicações foi Conde *et al.* (2021) com 50 citações e o trabalho com maior número de participações, entre autoria e coautoria, foi Martín *et al.* (2013) com 7 participantes.
- c) A Espanha, Brasil e Chile foram os países com os maiores números de publicações sobre AM, correspondendo a mais de 60% da amostra analisada. Universidad de Salamanca e Universitat Politècnica de Catalunya, foram as instituições que mais realizaram estudos sobre Metodologias Ativas, com 6 e 5 trabalhos respectivamente.
- d) A conectividade limitada dos autores e a presença de muito poucos autores-chave como nós centrais no mapa de rede de citações denota alguma fragmentação no campo de estudo das Metodologias Ativa, tornando limitado o debate a alguns poucos grupos específicos.
- e) O curso de Engenharia de Produção e Engenharia da Computação aparecem como os cursos que mais utilizaram as metodologias ativas, com 6 trabalhos para cada engenharia.

Para novos direcionamentos, pode-se dizer que a utilização de tecnologias digitais nesse contexto abre possibilidades para o aprimoramento do ensino de engenharia, permitindo a criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, personalizados e adaptáveis. No entanto, é importante realizar estudos empíricos e pesquisas mais aprofundadas para avaliar de forma rigorosa o impacto desses softwares no desempenho acadêmico dos estudantes e na efetividade das metodologias ativas aplicadas.

Portanto, é notório que as metodologias ativas no ensino de engenharia ganharam atenção significativa nos últimos anos. Pesquisadores e educadores estão reconhecendo cada vez mais a importância de envolver os alunos em experiências práticas de aprendizado baseadas em problemas para desenvolver suas habilidades de engenharia. Como resultado, tem havido um crescente corpo de literatura explorando a aplicação e eficácia de metodologias ativas no ensino de engenharia.

REFERÊNCIAS

- AL-ASHMORI, Yasser Yahya; OTHMAN, Idris; RAHMAWATI, Yani. Bibliographic analysis of BIM success factors and other BIM literatures using Vosviewer: A theoretical mapping and discussion. **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2020. p. 042105.
- ALSAWAIER, Raed S. The effect of gamification on motivation and engagement. **The International Journal of Information and Learning Technology**, v. 35, n. 1, p. 56-79, 2018.
- ALVES, Nilo Barcelos; TOMETICH, Patrícia. Teoria da Aprendizagem Experiencial e Design Thinking para Criação de uma Feira da Sustentabilidade. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 7, n. 3, 2018.
- ARBELAITZ, Olatz *et al.* Analysis of introducing active learning methodologies in a basic computer architecture course. **IEEE Transactions on Education**, v. 58, n. 2, p. 110-116, 2014.
- BADEN, Maggi Savin; MAJOR, Claire Howell. **Foundations of Problem-based Learning**. McGraw-hill education (UK), 2004.
- BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, DG de. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, Anais [...]*, Cairo, Egito. 2014. p. 110-116.
- BAR-ILAN, Judit. Informetrics at the beginning of the 21st century—A review. **Journal of informetrics**, v. 2, n. 1, p. 1-52, 2008.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BOLUDA, J. Cerda *et al.* An active methodology for teaching electronic systems design. **IEEE Transactions on Education**, v. 49, n. 3, p. 355-359, 2006.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. **Active learning: Creating excitement in the classroom**. 1991 ASHE-ERIC higher education reports, 20036-1183, 1991.

CANO, María Felipa Cañas. Active methodology and engineering skills. *In*: LACCEI INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE FOR ENGINEERING, EDUCATION, AND TECHNOLOGY: "INDUSTRY, INNOVATION, AND INFRASTRUCTURE FOR SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES", 17., 24-26 July, Jamaica, 2019.

CAVIGGIOLI, Federico; UGHETTO, Elisa. A bibliometric analysis of the research dealing with the impact of additive manufacturing on industry, business and society. **International journal of production economics**, v. 208, p. 254-268, 2019.

C CERETTA, Gilberto Francisco; REIS, Dálcio Roberto dos; ROCHA, Adilson Carlos da. Inovação e modelos de negócio: um estudo bibliométrico da produção científica na base Web of Science. **Gestão & Produção**, v. 23, p. 433-444, 2016.

CONDE, Miguel Á. *et al.* Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 29, n. 1, p. 46-65, 2021.

COSTA, Luciano Andreatta Carvalho. Desafios e avanços educacionais em tempos da COVID-19: a docência no Ensino Remoto em cursos de Engenharia. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e152920-e152920, 2020.

CUNHA, Flávio Macedo. Ensino de engenharia: abordagem pela complexidade. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 1, 2015.

DA SILVA, João Mello *et al.* Proposal of an active methodology for large groups and multiple. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION, Brasilia, 8, 941-946, 2018.

SILVA, Juarez Ramos. A docência em tempos de pandemia. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 3, p. 296-301, 2021.

DA SILVA SOUZA, Cacilda; IGLESIAS, Alessandro Giraldes; PAZIN-FILHO, Antonio. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais—aspectos gerais. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

DE ARAÚJO, Rafael Goncalves Bezerra *et al.* Developing professional and entrepreneurship skills of engineering students through problem-based learning: A case study in Brazil. **The International journal of engineering education**, v. 36, n. 1, p. 155-169, 2020.

DETERDING, Sebastian. **The ambiguity of games: Histories and discourses of a gameful world.** 2014.

DOMINGUEZ, Angeles; TRUYOL, Maria Elena; ZAVALA, Genaro. Professional development program to promote active learning in an engineering classroom. **The International journal of engineering education**, v. 35, n. 1, p. 424-433, 2019.

DOS SANTOS, Eduardo Ferro; BENNEWORTH, Paul. Makerspace for skills development in the industry 4.0 era. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 303-315, 2019.

DOS SANTOS, Mauricio Teixeira *et al.* Ferramentas tecnológicas no ensino remoto durante a pandemia da Covid-19. **Revista de Ciências da Educação**, 2021.

DURÁN, Mario J. *et al.* A learning methodology using Matlab/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 17, p. 55-73, 2007.

FERRARI, M. V. D.; CAMPOS, J. D.; SCARDUA, F. P.; DE SOUSA, V. M. C.; SIQUEIRA, S. Active learning methods in the teaching of interdisciplinary themes for engineering. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION*, Brasília, 8., 796-805, 2018.

FIDALGO-BLANCO, Ángel; GARCIA-PENALVO, F. J.; SEIN-ECHALUCE, M. L. **International Journal of Engineering Education**, v. 1, n. 35, p. 397-408, 2019.

FIDALGO-BLANCO, Ángel *et al.* Validation of a semantic search engine for academic resources on engineering teamwork. **International Journal of Engineering Education**, v. 1, n. 36, p. 341-351, 2020.

FONSECA, Víctor M.; FLORES; GOMEZ, Jesica. Applying active methodologies for teaching software engineering in computer engineering. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 12, n. 4, p. 182-190, 2017.

GALACHE, I.; PEREZ, P. Active teaching-learning methods on properties of air and atmospheric pollution. **Informacion Tecnológica**, v. 10, n. 6, p. 19-24, 1999.

GARCÍA-HOLGADO, Alicia *et al.* Improvement of learning outcomes in software engineering: active methodologies supported through the virtual campus. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 16, n. 2, p. 143-153, 2021.

GONZÁLEZ-ROGADO, Ana Belén *et al.* Key factors for determining student satisfaction in engineering: a regression study. **The International journal of engineering education**, v. 30, n. 3, p. 576-584, 2014.

GUERRA, Aida *et al.* PBL, social progress and sustainability. *In: INTERNATIONAL RESEARCH SYMPOSIUM ON PBL: SOCIAL PROGRESS AND SUSTAINABILITY*, 6., Aalborg Universitetsforlag, 2017.

GUO, Pengyue *et al.* A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. **International journal of educational research**, v. 102, p. 101586, 2020.

HARDEBOLLE, Cécile *et al.* Gender, prior knowledge, and the impact of a flipped linear algebra course for engineers over multiple years. **Journal of Engineering Education**, v. 111, n. 3, p. 554-574, 2022.

HELLE, Laura; TYNJÄLÄ, Päivi; OLKINUORA, Erkki. Project-based learning in post-secondary education—theory, practice and rubber sling shots. **Higher education**, v. 51, p. 287-314, 2006.

HILARIO, Lucía *et al.* Gamification for Maths and Physics in University Degrees through a Transportation Challenge. **Mathematics**, v. 10, n. 21, p. 4112, 2022.

HSU, Shihkuan. Using case discussion on the web to develop student teacher problem solving skills. **Teaching and teacher education**, v. 20, n. 7, p. 681-692, 2004.

HUTTAR, Carol M.; BRINTZENHOFESZOC, Karlynn. Virtual reality and computer simulation in social work education: A systematic review. **Journal of Social Work Education**, v. 56, n. 1, p. 131-141, 2020.

SMITH, Karl A.; JOHNSON, D.; JOHNSON, R. **Active learning: Cooperation in the college classroom**. Interaction Book Company: Edina, MN, USA, 1991.

KALOGIANNAKIS, Michail; PAPADAKIS, Stamatios; ZOURMPAKIS, Alkinoos-loannis. Gamification in science education. A systematic review of the literature. **Education Sciences**, v. 11, n. 1, p. 22, 2021.

KANER, Israel *et al.* Case studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 13, n. 21, p. 303-323, 2008.

KORTESOJA, Sandra L. Abelard to apple: the fate of American colleges and universities. **Planning for Higher Education**, v. 40, n. 3, p. 43, 2012.

LAGE, Maureen J.; PLATT, Glenn J.; TREGLIA, Michael. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. **The journal of economic education**, v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000.

LEMOS, Pedro Bruno *et al.* IMPACTOS DA PANDEMIA DE COVID-19 PARA O ENSINO DE ENGENHARIAS. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 37, 2021.

MACHO-STADLER, Erica; JESÚS ELEJALDE-GARCÍA, Maria. Case study of a problem-based learning course of physics in a telecommunications engineering degree. **European Journal of Engineering Education**, v. 38, n. 4, p. 408-416, 2013.

MAIA, Maria de Fátima S.; CAREGNATO, Sônia Elisa. Co-autoria como indicador de redes de colaboração científica. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 13, p. 18-31, 2008.

MARIN, Maria José Sanches *et al.* Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. **Revista brasileira de educação médica**, v. 34, p. 13-20, 2010.

MARTIN, Carme *et al.* Improving learning in a database course using collaborative learning techniques. **The International journal of engineering education**, v. 29, n. 4, p. 986-997, 2013.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary S. Invent to learn: Makers in the classroom. **The Education Digest**, v. 79, n. 4, p. 11, 2013.

MICHAEL, Joel. **Where's the evidence that active learning works?**. Advances in physiology education, 2006.

MITRE, Sandra Minardi *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & saúde coletiva**, v. 13, p. 2133-2144, 2008.

MORAIS, Paula; FERREIRA, Maria João; VELOSO, Bruno. Improving student engagement with Project-Based Learning: A case study in Software Engineering. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v. 16, n. 1, p. 21-28, 2021.

MORENO, Murilo Onça; RINALDI, Giullia Paula. Impacto da pandemia de covid-19 sobre as estratégias metodológicas utilizadas para a aprendizagem da matemática no ensino superior. **Caderno PAIC**, v. 22, n. 1, p. 87-116, 2021.

PATTON, Ryan M.; KNOCHER, Aaron D. Meaningful makers: Stuff, sharing, and connection in STEAM curriculum. **Art Education**, v. 70, n. 1, p. 36-43, 2017.

PONSA, Pere *et al.* Higher education challenges: introduction of active methodologies in engineering curricula. **International Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 4, p. 799-813, 2009.

PRINCE, Michael. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

PUCINELLI, Ricardo Henrique; KASSAB, Yara; RAMOS, Claudemir. Metodologias ativas no ensino superior: uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of development**, v. 7, n. 2, p. 12495-12509, 2021.

SÁIZ-MANZANARES, María Consuelo *et al.* Systematic review on inclusive education, sustainability in engineering: An analysis with mixed methods and data mining techniques. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 6861, 2020.

SARAIVA, Karla; TRAVERSINI, Clarice; LOCKMANN, Kamila. A educação em tempos de COVID-19: ensino remoto e exaustão docente. **Práxis educativa**, v. 15, 2020.

SILVA, Rui; RODRIGUES, Ricardo; LEAL, Carmem. Play it again: how game-based learning improves flow in Accounting and Marketing education. **Accounting Education**, v. 28, n. 5, p. 484-507, 2019.

EGGHE, Leo. Little science, big science... and beyond. **Scientometrics**, v. 30, p. 389-392, 1986.

SPECTOR, J. Michael. Remarks on progress in educational technology. **Educational Technology Research and Development**, v. 68, p. 833-836, 2020.

STRAYER, Jeremy F. How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. **Learning environments research**, v. 15, p. 171-193, 2012.

THOMAS, Douglas; BROWN, John Seely. Learning for a world of constant change: Homo sapiens, Homo faber & Homo ludens revisited. *In: GLION COLLOQUIUM BY JSB*, 7., June 2009, University of Southern California, 2011.

TORRUELLAS GARCIA, Julie *et al.* Creating an Interdisciplinary Curriculum within the Undergraduate Arts and Sciences through Agar Art. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 23, n. 1, p. e00160-21, 2022.

VAN ECK, Nees; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

VENTURINI, Simone Ferigolo; SILVA, Taís Oliveira. Uso e benefícios das metodologias ativas em uma disciplina de engenharia de produção. **Cippus**, v. 6, n. 1, p. 59-74, 2018.

Biografia do Autor

Antonio Karlos Araújo Valença

Doutorando em Engenharia Mecânica na Universidade Federal da Paraíba (2021-atual). Mestre (2021) em Engenharia Mecânica com ênfase na área de Processos de Fabricação pela Universidade Federal da Paraíba (PPGEM/UFPB). Graduado em

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 23 n. 2, e-4982, 2023.

Engenharia de Produção (2017) pela Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe (FANESE). Ex-Professor Substituto (2022-2023) do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (DEP/UFRN). Pesquisador do Laboratório de Síntese e Caracterização de Filmes Finos (LabFilm) do Centro de Energias Alternativas e Renováveis (CEAR/UFPB). Experiência com docência na área técnica e profissional em Mecânica Industrial e Eletromecânica.



Artigo recebido em: 17/08/2023 e aceito para publicação em: 25/09/2023
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i2.4982>