

METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO APLICADAS ÀS ENGENHARIAS NAS WORLD-CLASS UNIVERSITIES

ACTIVE TEACHING METHODOLOGIES APPLIED TO ENGINEERS AT WORLD- CLASS UNIVERSITIES

Luiz Gustavo Cordeiro 

Universidade do Norte do Paraná, UNOPAR
Londrina, PR, Brasil
gucordeiro@gmail.com

Claudia Tânia Picinin 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.
Ponta Grossa, PR, Brasil
claudiapicinin@utfpr.edu.br

Caroline Lievore 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR
Ponta Grossa, PR, Brasil
carolinevore1@gmail.com

Renata Klafke 

Universidade Federal do Paraná, UFPR
Curitiba, PR, Brasil
Nena.klafke@gmail.com

Resumo. Esta pesquisa teve como objetivo identificar na literatura as metodologias ativas de ensino usadas em programas de engenharias nos últimos cinco anos a fim de responder “Quais as metodologias ativas de ensino são utilizadas nos cursos de engenharia segundo a literatura?”. Para tal se utilizou o Methodi Ordinatio para seleção dos trabalhos nas World-Class Universities (WCU) com base no ranking do Times Higher Education (THE). A amostra foi composta por 45 trabalhos da base Scopus. A pesquisa evidenciou as seguintes metodologias ativas: o Ensino Híbrido, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Ensino Colaborativo, Sala de aula invertida, E-learning, Gamificação, Aprender Fazendo, Comunidades de práticas, Role-playing e Sala de aula flexível.

Palavras-chave: World-Class University; Instituições de Ensino Superior; Metodologias Ativas de Ensino.

Abstract. The purpose of this study was to find active teaching techniques utilized in engineering programs during the previous five years in the literature in order to answer, “Which active teaching methodologies are used in engineering courses according to the literature?”. The Methodi Ordinatio was used to choose works in World-Class Universities (WCU) based on the Times Higher Education ranking for this purpose (THE). The sample included 45 articles from the Scopus database. The following active methods were emphasized in the study: hybrid teaching, project-based learning, problem-based learning, collaborative teaching, inverted classroom, e-learning, gamification, learning by doing, communities of practice, role-playing, and classroom flexibility.

Keywords: World-Class University; Higher education institutions; Active Teaching Methodologies.

INTRODUÇÃO

As mudanças do cenário econômico global geradas através do processo de globalização no período final do século XX impactaram para a ascensão do modelo econômico baseado em propriedade intelectual (Powell & Owen-Smith, 1998; Fuller, 2003; Pisuke & Kelli, 2008; Dalla Costa & Souza-Santos, 2011). Alguns autores citam que tal modelo contribuiu para o aumento da competitividade entre as Instituições de Ensino Superior (IES), e para a captação de alunos internacionais (Huisman, 2008; Luchilo & Albornoz, 2008; Salmi, 2009; Sum; Jessop, 2013).

A partir das comparações das IES em diferentes critérios de avaliação, houve a ascensão dos *rankings* universitários (Bastedo & Bowman, 2009; Delgado-Márquez & Hurtado-Torres 2011). Estes *rankings* internacionais geram resultados que podem ser usados para o *benchmarking* da instituição, além de aumentarem a visibilidade das IES (Rosselot, 2005; Marginson 2007).

De modo geral, os principais indicadores de avaliação dos *rankings* globais envolvem: pesquisa, citações e ensino (Doğan & Al, 2019). Sendo a avaliação das pesquisas e citações, segundo Liu e Cheng (2005), comumente aceitas e bem estabelecidas de forma geral, usando dados indexados em bancos de dados, como o Nature Index, Science Citation Index (SCIE) e Social Sciences Citation Index (SSCI).

O ensino da forma tradicional, segundo Freeman et al. (2014), está baseado na transmissão direta de conhecimentos do professor para os alunos. Porém, as ferramentas formais de ensino passam por questionamentos e reformulações. Freeman et al. (2014) apontam que o ensino de forma tradicional não atinge os resultados necessários para o século XXI, sendo necessário métodos que proporcionem um aprendizado ativo que empodere os discentes com o conhecimento que lhes é passado.

Face esta constatação, países europeus passaram a instigar, em suas políticas de ensino, a aplicação de metodologias inovadoras que fugissem do padrão da sala de aula tradicional, desenvolvendo não apenas competências técnicas focadas em suas áreas de atuação, mas também transversais ao ambiente em que se inserem, sendo tais metodologias as Metodologias Ativas (MA) de ensino (Freeman et al., 2014; Pereira, Barreto & Pazeti, 2017; Nascimento et al., 2018; Hernández-de-Menéndez Guevara & Morales-Menendez, 2019). As MA emergiram através dos conceitos da educação construtivista, na qual há uma maior participação dos alunos na construção do conhecimento por meio de metodologias interativas entre os atores de diferentes formas e centradas no desenvolvimento destes alunos (Freeman et al., 2014).

Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar na literatura as metodologias ativas de ensino usadas em programas de engenharias nos últimos cinco anos, a fim de responder à pergunta, “Quais as metodologias ativas de ensino são utilizadas nos cursos de engenharia segundo a literatura?”.

Como objetivos específicos o trabalho buscou evidenciar quais metodologias ativas possuem maior incidência de aplicação segundo os trabalhos e identificar se, de acordo com o recorte de pesquisa, é evidenciada a aplicação, mas metodologias ativas nos cursos de engenharia no Brasil.

O trabalho está estruturado em duas etapas. A primeira apresenta o referencial teórico sobre a) as principais metodologias de ensino utilizadas nos cursos de engenharia e b) metodologias ativas. A segunda etapa apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo. Posteriormente, são apresentados os resultados e discussões. Por fim, são expostas as conclusões.

METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS NOS CURSOS DE ENGENHARIAS

O Ensino nos Cursos de Engenharia

O ensino, onde o professor é exclusivamente o retentor do conhecimento, e aquele que o transmite de modo expositivo aos alunos, pode ser um tanto desmotivador para alunos *millennials*. Um dos problemas que preocupam os docentes dos cursos de Engenharia é a baixa motivação dos alunos diante do tipo de ensino que recebem (Barbosa & Moura, 2014). Esse modelo de ensino tradicional - professor (ativo) e aluno (passivo) -, inibe o papel protagonista do estudante na formação de seu conhecimento (Belhot et al., 2005).

Conforme Silva e Cecílio (2007), as inovações, as novas tecnologias e os novos modelos de negócios têm tornado as organizações mais dinâmicas, solicitando também profissionais mais dinâmicos. Dessa forma, o mercado demanda a formação do profissional de engenharia mais atualizado e aberto à incorporação de inovações técnicas e científicas. Ainda segundo os autores, nesse contexto de transformações, é necessário evidenciar as mudanças que devem e vêm ocorrendo no processo de ensino das engenharias, a fim de atender a evolução do mercado e suas demandas (Silva & Cecílio, 2007).

O ensino na Engenharia sempre ofereceu oportunidades de aplicar metodologias ativas de aprendizagem. É o que ocorre com as aulas em laboratório, oficinas, visitas técnicas e desenvolvimento de projetos (Barbosa & Moura, 2014). Ainda segundo os autores, essas são atividades naturalmente ativas e que envolvem o estudante de forma ativa no processo de aprendizagem.

No final da década de 90 e início dos anos 2000, Bruno e Laudares (2000) já evidenciavam que o trabalho do engenheiro estava se modificando em razão das alterações no setor produtivo. O engenheiro passou a atuar em três dimensões distintas, a saber: técnicas, econômicas e sócio administrativas.

No mundo todo, escolas de engenharia estão dedicadas a melhorar a qualidade e integrar mais o aluno de forma ativa no ensino (Borrego et al., 2008). Por isso, muitos professores vêm utilizando meios alternativos de ministrar suas disciplinas, com o intuito de aperfeiçoar a didática, surgindo então as práticas das metodologias ativas (Rezende, et al. 2013; Ribeiro, 2005).

Metodologias Ativas

As MA emergiram através dos conceitos da educação construtivista, na qual há uma maior participação dos alunos, construindo conhecimentos através de metodologias baseadas na interatividade entre os atores de diferentes formas e centradas no desenvolvimento destes alunos (Freeman et al., 2014).

No contexto nacional, Paulo Freire (1996) foi um grande defensor das metodologias ativas. Segundo o autor, a educação de adultos é impulsionada pela superação de desafios, a resolução de problemas e a construção do conhecimento novo a partir de conhecimentos e experiências prévias das pessoas.

As metodologias ativas são caminhos para avançar no conhecimento profundo, impulsionar as competências socioemocionais (Moran, 2018). O aprendizado nesta modalidade se dá a partir de problemas

e situações reais, os quais serão vivenciados pelos estudantes em suas vidas profissionais (Bacich & Moran, 2018).

Existem vários tipos de MA, mas todas exigem que os alunos tenham um pensamento de ordem superior. Embora nem sempre explicitamente observado, a metacognição - o pensamento dos alunos sobre sua própria aprendizagem - é um elemento importante, fornecendo a ligação entre a atividade e o aprendizado (Brame, 2016).

Com o mundo conectado e globalizado, as metodologias ativas se apresentam através de modelos de ensino híbridos, *blended*, com muitas possíveis combinações (Moran, 2018). Vários ingredientes são necessários para o sucesso acadêmico: criar desafios, atividades práticas, jogos com envolvimento dos grupos de estudo, fazendo uso de plataformas online para auxílio na aprendizagem (Moran, 2018).

O tema das MA é tratado por outros autores como Diesel, Baldez e Martins (2017), que apresentam uma abordagem teórica sobre estas metodologias através de uma revisão de literatura. Segundo esses autores, estão entre as MA de “mais fácil” aplicabilidade, independente do curso, as seguintes metodologias ativas: a *learn by doing* (aprender fazendo, isto é, algo prático), aplicação de estudos de casos (Aprendizagem baseada em problemas), sala de aula invertida (onde o aluno deve estudar o conteúdo antes da aula) e uso de tecnologias da informação para busca de informação.

METODOLOGIA

O trabalho se caracteriza como uma pesquisa descritiva do ponto de vista da sua finalidade, sendo que busca descrever uma realidade, e bibliográfica do ponto de vista de seus procedimentos técnicos (Gil, 2008). Para seleção dos trabalhos, houve aplicação da metodologia *Methodi Ordinatio*, proposta por Pagani, Kovaleski e Resende (2015). Este método é composto por nove etapas (Figura 1), passando desde o levantamento de dados até a seleção e organização dos trabalhos de acordo com sua relevância.

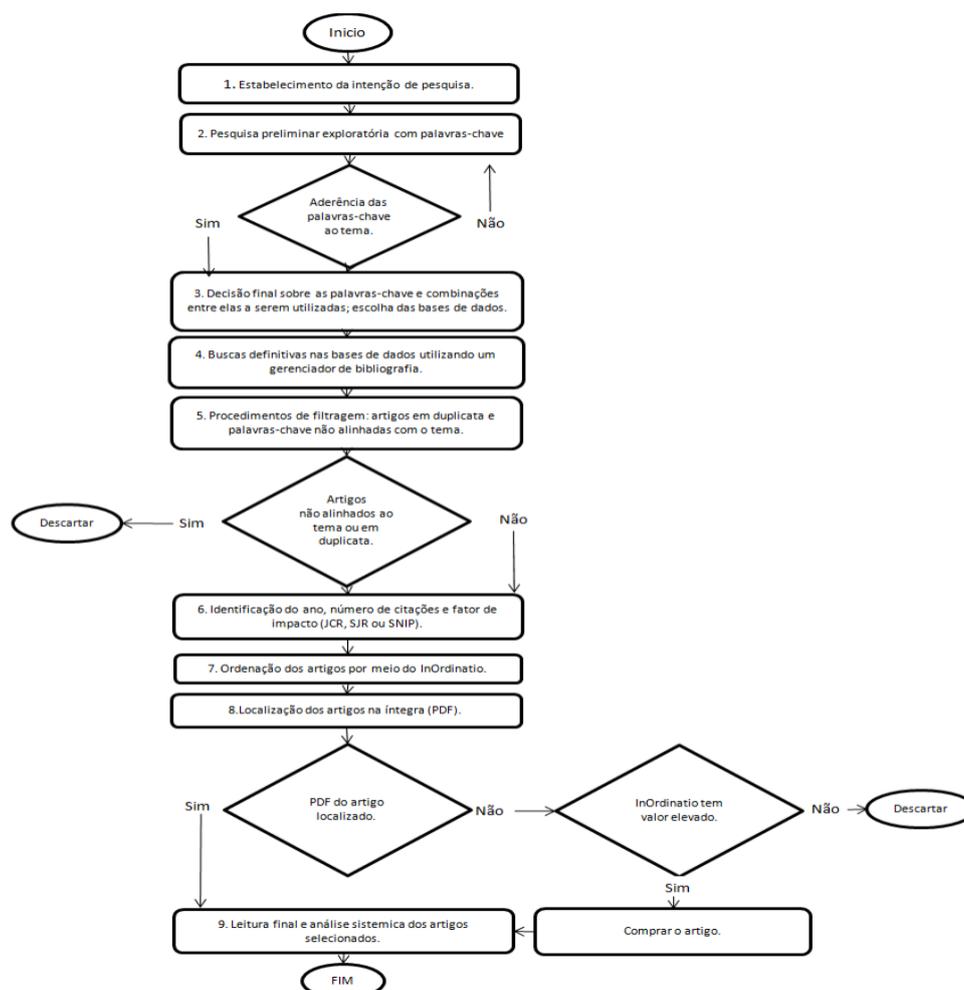


Figura 1. Etapas da metodologia *Methodi Ordinatio*.
Fonte: Pagani, Kovaleski & Resende (2015).

Inicialmente, realizou-se a etapa do método que corresponde a definição das palavras-chave de pesquisa. Os artigos foram pesquisados nas Bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science com as seguintes combinações de palavras-chave: "active learning" AND university*; "active learning method*" AND university*; "active teaching" AND university*; "active teaching-learning" AND university*; "active learning" AND college*. Além disso, utilizou-se o filtro para engenharias e um filtro para os trabalhos publicados a partir do ano de 2014, considerando apenas os trabalhos publicados nos últimos cinco anos.

Usando o filtro de “artigos” e “revisão”. Após realizada a leitura e análise dos artigos, estabeleceu-se como critério de exclusão selecionar quais pesquisas apresentavam uma definição de WCU ou citavam brevemente o termo por questões de escopo. Os artigos resultando formaram o portfólio final. A amostra foi composta por 45 trabalhos.

Em seguida foi realizada uma análise de conteúdo. Estas pesquisas foram agrupadas conforme a MA evidenciada. Após aplicação do *Methodi Ordinatio* para identificação das pesquisas relacionadas ao tema, foram selecionadas quais as metodologias ativas são utilizadas na literatura nas áreas de Engenharias. Em seguida, estas metodologias foram ordenadas de acordo com o número de vezes que foram citadas nas publicações (Apêndice A). Alguns trabalhos apresentaram a aplicação de mais de uma MA e outros usaram métodos novos ou adaptados de outros. Ferramentas inovadoras de ensino para a aplicação das Metodologias Ativas também foram evidenciadas nos trabalhos e consideradas para esta pesquisa.

O *Methodi Ordinatio* considera a relevância dos artigos no meio acadêmico por meio de um índice chamado de *InOrdinatio* e definido por alguns parâmetros, como: o ano de publicação, fator de impacto do periódico em que a pesquisa foi publicada e o número de vezes que o trabalho foi citado por outros autores. A fórmula utilizada para gerar este índice é a seguinte:

$$(InOrdinatio = (Fi / 1000) + (a * (10 - (AnoPesq - AnoPub))) + (Ci).$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Principais Metodologias Ativas de Ensino Aplicadas às Engenharias

Os estudos analisados mostraram que diferentes conceitos e aplicabilidades são utilizados para as mesmas metodologias, sendo que alguns distinguem Metodologias de Ensino de Ferramentas de Ensino. Na análise, observou-se que são consideradas ferramentas o *E-learning* e a “Sala de Aula Flexível”. Ressalta-se que algumas Metodologias Ativas são usadas como base de desenvolvimento de outras, como por exemplo o Ensino Colaborativo, o Aprender Fazendo e o Ensino Híbrido.

Dentre os trabalhos analisados, percebe-se maior concentração de pesquisas que exploram exemplos práticos da aplicação de MA em sala de aula, evidenciando diferentes maneiras e situações de utilizá-las. A maioria dos trabalhos são estudos de caso, que apresentam um passo a passo do desenvolvimento e aplicação das MA, evidenciando os benefícios que as MA podem trazer ao corpo discente e docente, apresentando os resultados de sua aplicação.

Wunnasri et al. (2018) realizaram um experimento utilizando mapas conceituais colaborativos aplicados em vinte duplas de alunos, enquanto mapas conceituais comuns foram aplicados em 19 duplas diferentes. O mapa colaborativo funciona de forma tal que cada um da dupla realiza um mapa conceitual comum, em seguida, passa-o para o outro membro que o reconstrói com base no que foi apresentado por seu parceiro e adiciona seus próprios *input*, então debatendo sobre as diferentes abordagens sobre o tema. Notou-se um melhor desenvolvimento, absorção de conhecimentos e domínio do conteúdo pelos alunos que usaram o mapa colaborativo em comparação aos que utilizaram os mapas comuns.

Stump, Husman e Corby (2014) realizaram um estudo no qual foram analisados dados de 377 estudantes de engenharia na Universidade Estadual do Arizona, a fim de examinar a relação entre as crenças dos estudantes sobre inteligência e desenvolvimento de conhecimentos com o uso de metodologias ativas de ensino com ênfase na cooperação. Para tal, os autores fizeram uso de correlações bivariadas para examinar as relações entre as variáveis do estudo e análises de regressão múltipla para examinar a capacidade preditiva das variáveis em estratégias de aprendizagem. Os autores concluíram que metodologias ativas podem influenciar na motivação do desenvolvimento de conhecimentos, assim afetando a concepção de inteligência por parte dos estudantes.

Baena et al. (2017) identificaram em sua pesquisa as metodologias ativas de ensino que deveriam ser empregadas no processo de educação de engenheiros para que eles adquirissem uma visão holística do

processo de produção e desenvolvessem melhor as competências necessárias para o trabalho nas indústrias 4.0. Eles constataram a prática *Learn by Doing*, também conhecida como “aprender fazendo”.

Bhathal (2016) mostrou em seu estudo o alto índice de desistência e reprovações no primeiro período dos cursos de engenharia na Universidade de *Western Sydney* (Austrália) e descreve um sistema de tutorial online usado para o ensino de física e matemática contextual. Através de tal método, o autor aponta que os alunos não só melhoraram os resultados dos exames, mas também houve um aumento na taxa de retenção dos alunos.

Seniuk Cicek et al. (2019) realizaram uma pesquisa-ação que estudou a relação de ensino-aprendizado entre um professor e seus alunos a partir de tais comunidades e apontam a importância de tal relação entre docente e discente através da troca de ideias e concepções para a melhor construção do conhecimento ativamente.

Patil et al. (2018) evidenciaram a aplicação de tecnologias de informação e comunicação (TIC) para a aplicação da metodologia de *e-learning* chamada *Course Network*, e comparou os resultados obtidos através da plataforma aos de uma sala de aula tradicional, enfatizando a praticidade e mobilidade que a plataforma traz tanto para o corpo docente quanto discente, porém salientando que habilidades práticas dificilmente podem ser desenvolvidas sem uma sala de aula tradicional.

Freguia (2017) apresentou a aplicação da metodologia de sala de aula invertida para melhorar a participação dos alunos na Universidade de Queensland (Austrália). Materiais online na forma de webcasts foram propostos para os alunos antes das aulas, que por sua vez foram bem aceitos. A taxa de alunos que assistiam aos webcasts antes das aulas variou entre 80% e 92% ao longo das cinco semanas de aplicação da metodologia o que aumentou a participação geral e o desempenho dos estudantes.

Clark et al. (2016) apresentaram uma análise da aplicação da sala de aula invertida para as disciplinas: programação introdutória, mecânica estática, projeto mecânico, bio-termodinâmica, *layout* de instalações, manuseio de materiais, e dinâmica e modelagem de engenharia na Universidade do Sul da Florida (Estados Unidos). Como resultado, notaram que as salas de aula com tal metodologia em comparação com as mesmas antes da aplicação, desenvolvem no aluno uma melhor capacidade de discussão, de argumentação de conteúdo e uma maior habilidade para solucionar problemas. Porém, os pesquisadores encontraram barreiras tanto nos alunos calouros quanto nos formandos, pois os calouros não deram devida importância aos conteúdos pré-aula disponibilizados e os veteranos não se adaptaram a nova metodologia nos períodos finais de seus cursos.

Srinivasan (2018) fez a aplicação da metodologia “Aprendizagem Baseada em Projetos” para o curso de engenharia mecânica na Universidade Politécnica da Flórida (Estados Unidos), usando para tal um concurso de construção de pontes composto por cinco grupos de três ou quatro estudantes. Os alunos usaram palitos de picolé e cola para projetar seus modelos de pontes, levando em conta os conhecimentos adquiridos em aula e o colocando em prática. A metodologia foi bem aceita pelos alunos e obteve resultados satisfatórios em questões de avaliação. Igualmente, Thanomsilp (2018) apresentou uma experiência de Aprendizagem Baseada em Projetos em sala de aula para o ensino de eletroquímica para alunos de engenharia na Universidade *Mae Fah Luang* (Tailândia). Durante a aula de 2,5 horas, foram desenvolvidas atividades em grupos para recriar uma bateria de células galvânicas forte o suficiente para acender uma lâmpada. O objetivo era obter a lâmpada que melhor iluminasse. Ao fim da atividade, os alunos realizaram uma autoavaliação e apontaram que tal atividade auxiliou no desenvolvimento de suas habilidades de trabalho em equipe e pensamento crítico.

Nakatani et al. (2017) relataram o exemplo de uma Aprendizagem Baseada em Projetos no curso de Engenharia Mecatrônica da *Osaka Prefecture University* (Japão). A atividade foi aplicada em alunos do quarto ano do curso, que visitaram indústrias e receberam a tarefa de desenvolver um robô para solucionar um problema evidenciado nas visitas.

Em seu trabalho, Di Felice (2018) explicitou resultados em treze anos da disciplina de dados geográficos para o curso de mestrado em Engenharia de Informação da universidade de L'Aquila (Italia). Através do estudo foi possível notar que os cinco últimos anos estudados (que são os que foram usadas metodologias centradas no aluno) obtiveram melhor resultados em notas e menor procrastinação. As metodologias foram desenvolvidas no conceito de construtivismo da educação, sendo a principal atividade desenvolvida pelos alunos um projeto real que envolvia os conteúdos da disciplina.

Pereira, Barreto e Pazeti (2017) apresentaram a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada na Universidade de São Paulo (USP), campus Lorena, para o curso de Engenharia Industrial dos anos de 2013 a 2016. O tema do projeto foi apresentado na primeira semana de aula e foi integrado com cinco disciplinas, sendo elas: Cálculo 1, Química Geral, Química Experimental, Introdução a engenharia

Industrial e Leitura e Elaboração de textos Acadêmicos. Uma das maiores dificuldades dos acadêmicos foi a ligação entre Cálculo 1 e o projeto desenvolvido, sabendo que tal disciplina era a de maior reprovação em primeiros períodos de cursos de engenharia. Ainda assim, houve uma aceitação satisfatória da metodologia no período estudado de tal forma que outros três programas adotaram a mesma metodologia.

Moliner e Arato (2018) desenvolveram atividades no departamento de engenharia química da Universidade de Genova (Itália) em parceria com quatro colégios Italianos. As atividades foram desenvolvidas de acordo com o programa school-work *alternating programme* (SWAP). Para tal, foi utilizada a metodologia ativa de aprendizagem baseada em problemas. A universidade apresentou um total de 5 projetos para serem desenvolvidos por alunos de 15 a 18 anos durante o ano letivo de 2017/2018. Ao fim do projeto, foi aplicado um questionário para avaliar as metodologias aplicadas aos alunos participantes que, por sua vez, se demonstraram satisfeitos com estas. Os alunos puderam, através das atividades, desenvolver habilidades sociais e intelectuais fora de sua zona de conforto, e iniciar seus trabalhos para possíveis futuras carreiras no ramo de engenharias.

McCrum (2017) fez uso da metodologia de aprendizagem baseada em problemas para o desenvolvimento de pensamento interdisciplinar entre acadêmicos de Engenharia Civil de Arquitetura através da disciplina de Engenharia Estrutural na *Queen's University* Belfast (Irlanda do Norte). O uso desta metodologia instigou os acadêmicos a realizarem esboços para solucionar problemas arquitetônicos complexos de diferentes pontos de vista, fazendo com que, ao fim, "falassem a mesma língua". As atividades foram avaliadas como satisfatórias tanto pelos alunos de ambos os cursos quanto pelos professores envolvidos nas atividades.

Ing et al. (2016) explicitaram a aplicação do método de *Role-playing* em sala de aula para a disciplina de ética em engenharia na Universidade de York (Canadá). A metodologia foi aplicada pois a universidade possui grande diversidade étnica e cultural entre seus acadêmicos. Sendo assim, através do *Role-play*, os acadêmicos puderam tomar decisões que convidaram éticas para a solução de problemas propostos pelo professor. Johnson et al. (2019) em seu trabalho apresentou a metodologia de sala de aula flexível, na qual o layout pode ser mudado de diversas maneiras. O ambiente flexível gerou melhorias na qualidade do ensino e na interação entre professor e alunos.

Saterbak, Moturu e Volz (2018) apresentaram a aplicação de uma metodologia de avaliação por pares chamada CPR. Durante o trabalho desenvolvido, foi proposto aos acadêmicos da Rice University (Estados Unidos) que desenvolvessem trabalhos em banners. Os trabalhos foram avaliados de acordo com a metodologia e identificados os pontos fracos e fortes desta. Foi então possível identificar onde eram necessárias as melhorias em termos de comunicação visual dos alunos (gráficos mais claros, imagens mais explicativas. etc...). Através da aplicação de tal método foi possível desenvolver as habilidades de análise de dados e comunicação por parte dos acadêmicos. Yoshida, M. (2018) demonstrou uso da metodologia *jigsaw*, que é uma metodologia de ensino cooperativa, na qual os acadêmicos elaboram trabalhos escritos e os disponibilizam para todos os outros, baseados nos trabalhos há sessões de discussão e debate dos trabalhos para gerar uma troca de ideias entre os alunos. Notou-se que através de tal metodologia alguns alunos se destacaram em habilidades de comunicação.

Hernández-de-Menéndez Guevara & Morales-Menendez, 2019 realizaram um levantamento das tecnologias empregadas em laboratórios para estudos práticos. Então realizaram um estudo de caso da implementação de ferramentas de realidade virtual para melhores práticas em laboratórios. Dholakiya et al. (2019) evidenciou, por sua vez, a utilização de ferramentas VR para criar um ambiente virtual laboratorial, para inicialmente treinar os acadêmicos antes de colocá-los em atividades práticas, pois em tais ambientes há altos riscos de acidentes. Também foi aplicada a ferramenta de gamificação para criar um tipo de "jogo sério" que auxiliasse nesse treino, via smartphone.

Rodríguez et al. (2019), através da aplicação de diversas metodologias ativas de ensino, demonstrou os impactos positivos gerados pela mudança de método de ensino nos acadêmicos, sendo que a média das notas aumentou após a aplicação.

Sharma (2018) estudou as melhorias de desempenho acadêmico e de aprendizagem dos alunos do curso Engenharia eletrônica em uma faculdade de Mumbai (Índia). O estudo comparou resultados em dois anos diferentes, um anterior a aplicação de metodologias ativas e outro com as metodologias tradicionais sendo empregadas nas disciplinas. Após a aplicação das metodologias, o desempenho acadêmico melhorou consideravelmente.

Auyuanet et al. (2018), por sua vez, avaliaram a aplicação de metodologias ativas para a disciplina de Física em cursos de engenharia, pois notaram muitas reprovações e desistências pelos alunos. A metodologia aplicada foi desenvolvida especificamente para a disciplina com base em diversas outras,

chamada FisicAtiva. Em tal metodologia, o professor realizou aulas teóricas alternando com atividades interativas e práticas que levassem ao desenvolvimento e aplicação rápida das técnicas aprendidas. Notou-se melhor resultado dos alunos após a aplicação de tal metodologia, aumentando a média de notas e diminuindo o número de reprovações.

Chugh e Ram (2018) apresentaram a aplicação de cinco metodologias ativas de ensino em diversos departamentos e cursos do *MLR Institute of Technology* (Índia) no mês de julho de 2017. Um total de dez professores foram responsáveis pelo treinamento dos demais nas metodologias a serem aplicadas. Ao menos uma atividade ligada a metodologias ativas de ensino deveria ser realizada pelos professores por mês e, como incentivo para tal, estes recebiam um adicional de 5% em seu salário base quando feito. As atividades envolveram um total de 139 membros do corpo docente, dos quais 106 realizaram uma atividade baseada nas metodologias ativas no mês de julho. Tal metodologia foi identificada como uma das melhores práticas para instigar os professores a implementação de metodologias ativas de ensino em engenharias.

Após analisar os 45 artigos selecionados, foi possível identificar as principais metodologias utilizadas nas IES nos programas de Engenharia, de acordo com a frequência que apareceram na literatura. No Quadro 1 são apresentadas as 12 MA identificadas.

Quadro 1. Metodologias Ativas encontradas na revisão de literatura

PRINCIPAIS METODOLOGIAS ATIVAS	NÚMERO DE VEZES QUE A MA FOI EVIDENCIADA
Ensino Híbrido (EH)	12
Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)	10
Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)	10
Ensino Colaborativo (EC)	7
Sala de aula invertida (SI)	7
<i>E-learning</i> (El)	7
Gamificação (GA)	3
Aprender Fazendo (AF)	3
Comunidades de práticas (CP)	2
<i>Role-playing</i> (RP)	1
Sala de aula flexível (SAF)	1

Fonte: dados da pesquisa elaborada pelo próprio autor (2021).

CONCLUSÃO

Este trabalho objetivou investigar na base Scopus, Science Direct e Web of Science as metodologias ativas de ensino usadas em programas de engenharias nos últimos cinco anos a fim de identificar quais metodologias ativas de ensino são utilizadas nos cursos de engenharia segundo a literatura. Foi possível identificar 45 trabalhos. As metodologias Ativas de Ensino aplicadas aos cursos de engenharia nos últimos 5 anos foram, respectivamente: o Ensino Híbrido, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Ensino Colaborativo, Sala de aula invertida, *E-learning*, Gamificação, Aprender Fazendo, Comunidades de práticas, *Role-playing* e Sala de aula flexível.

Quanto aos objetivos específicos da pesquisa, nota-se que o Ensino Híbrido é a metodologia ativa com maior número de aplicações encontradas pela pesquisa, seguida pela Aprendizagem Baseada em Projetos e Aprendizagem Baseada em Problemas. Já quanto a aplicação das Metodologias ativas no Brasil, foi encontrado apenas um trabalho, sendo este sobre a aplicação da Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos na Universidade de São Paulo (USP).

Durante as leituras dos trabalhos, foi possível verificar que a literatura apresenta “Metodologias” e “Ferramentas” como conceitos de maneira não dissociada, o que pode por vezes confundir o leitor. Um exemplo disso são as metodologias como *E-learning*, Ensino Híbrido, Sala de Aula Flexível, que em suas definições são consideradas ferramentas e conceitos base para a aplicação de Metodologias Ativas. Infere-se ainda que estas denominações ainda não estão suficientemente claras na literatura científica e que algumas MA fornecem a base para o desenvolvimento de outras.

Esta pesquisa possui um tema relevante e contemporâneo, de modo que a aplicação das MA nas universidades brasileiras poderia, inclusive, gerar melhoria do indicador de ensino nos *rankings* internacionais. Além disso, as metodologias trazidas pela pesquisa poderão gerar interesse acadêmico na replicação destas em salas de aulas.

Fica como direcionamento a futuras pesquisas buscar a aplicação das Metodologias Ativas de Ensino em pesquisas de universidades Brasileiras.

REFERÊNCIAS

- Auyuanet, A., Modzelewski, H., Loureiro, S., Alessandrini, D., & Míguez, M. (2018). *FísicActiva: applying active learning strategies to a large engineering lecture*. *European Journal of Engineering Education*, 43(1), 55-64.
- Baena, F., Guarín, A., Mora, J., Sauza, J., & Retat, S. (2017). *Learning factory: The path to industry 4.0*. *Procedia Manufacturing*, 9, 73-80.
- Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso Editora.
- Barbosa, E. F., & Moura, D. D. (2014, March). *Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia*. In *Anais International Conference on Engineering and Technology Education, Cairo, Egito* (Vol. 13, pp. 110-116).
- Belhot, R. V., Freitas, A. A., & Dornellas, D. V. (2005). *Benefícios do conhecimento dos estilos de aprendizagem no ensino de engenharia de produção*. In *XXXIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE, Campina Grande-PB*.
- Bhathal, R. (2016). *An appraisal of an online tutorial system for the teaching and learning of engineering physics in conjunction with contextual physics and mathematics, and relevant mathematics*. *European Journal of Engineering Education*, 41(5), 504-511.2016.
- Brame, C. (2016). *Active learning*. Vanderbilt University Center for Teaching.
- Bruno, L., & Laudares, J. B. (Eds.). (2000). *Trabalho e formação do engenheiro*. Editora FUMARC.
- Bastedo, M. N., & Bowman, N. A. (2010). *US News & World Report college rankings: Modeling institutional effects on organizational reputation*. *American Journal of Education*, 116(2), 163-183.
- Borrego, M., Streveler, R. A., Miller, R. L., & Smith, K. A. (2008). *A new paradigm for a new field: Communicating representations of engineering education research*. *Journal of Engineering Education*, 97(2), 147-162.
- Clark, R. M., Besterfield-Sacre, M., Budny, D., Clark, W. W., Norman, B. A., Parker, R. S., ... & Slaughter, W. S. (2016). *Flipping engineering courses: A school wide initiative*. *Advances in Engineering Education*, 5(3), 1-39.
- Chugh, K. L., & Rao, P. R. M. (2018). *Implementation of Active Learning Strategies at MLR Institute of Technology, Hyderabad-A Best Practice*. *Journal of Engineering Education Transformations*, 32(1), 79-84.
- Dalla Costa, A., & de Souza-Santos, E. R. (2011). *Economia criativa: novas oportunidades baseadas no capital intelectual*. *Revista Economia & Tecnologia*, 7(2).
- Delgado-Márquez, B. L., Hurtado-Torres, N. E., & Bondar, Y. (2011). *Internationalization of higher education: Theoretical and empirical investigation of its influence on university institution rankings*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 8(2), 265-284.
- Dholakiya, N. D., Ferjencik, M., Schofield, D., & Kubík, J. (2019). *Virtual learning for safety, why not a smartphone?*. *Process Safety Progress*, 38(2), e12005.
- Diesel, A., Baldez, A. L. S., & Martins, S. N. (2017). *Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica*. *Revista Thema*, 14(1), 268-288.
- Di Felice, P. (2018). *Teaching geographical databases at the engineering master level: Learner-centred approach vs. teacher-centred approach*. *European Journal of Engineering Education*, 43(5), 757-770.
- Doğan, G., & Al, U. (2018). *Is it possible to rank universities using fewer indicators? A study on five international university rankings*. *Aslib journal of information management*.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Freguia, S. (2017). *Webcasts promote in-class active participation and learning in an engineering elective course*. *European Journal of Engineering Education*, 42(5), 482-492.
- FREIRE, P. (1996). *Paulo. Pedagogia do oprimido*, 43.
- FULLER, Steve. *Can universities solve the problem of knowledge in society without succumbing to the knowledge society?*. *Policy Futures in Education*, v. 1, n. 1, p. 106-124, 2003.

- Hernández-de-Menéndez, M., Vallejo Guevara, A., & Morales-Menendez, R. (2019). Virtual reality laboratories: a review of experiences. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(3), 947-966.
- Huisman, J. (2008). World-class universities. *Higher Education Policy*, 21(1), 1-4.
- Ing, M., & Victorino, C. (2016). Differences in classroom engagement of Asian American engineering students. *Journal of Engineering Education*, 105(3), 431-451.
- Johnson, A. W., Blackburn, M. W., Su, M. P., & Finelli, C. J. (2018). How a flexible classroom affords active learning in electrical engineering. *IEEE Transactions on Education*, 62(2), 91-98.
- Liu, N. C., & Cheng, Y. (2005). The academic ranking of world universities. *Higher education in Europe*, 30(2), 127-136.
- Luchilo, L., & Albornoz, M. (2008). Universities and global competition for graduate students: scenarios for Latin America. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(3), 351-367.
- Marginson, S., & Van der Wende, M. (2007). To rank or to be ranked: The impact of global rankings in higher education. *Journal of studies in international education*, 11(3-4), 306-329.
- McCrum, D. P. (2016). Evaluation of creative problem solving abilities in undergraduate structural engineers. *profession*, 131(5), 533-539.
- Moliner, C., & Arato, E. (2019). Implementation of the Italian school-work alternating programme within chemical engineering activities. *Education for Chemical Engineers*, 27, 1-5.
- Moran, J. (2018). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 02-25.
- Nakatani, K., Doi, T., Wada, T., & Kaneda, T. (2017). Promotion of Self-Growth of Students by PBL-Type Manufacturing Practice. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 29(6), 1037-1048.
- Nascimento, M. C. D., Romano, V. F., Chazan, A. C. S., & Quaresma, C. H. (2018). Formação em práticas integrativas e complementares em saúde: desafios para as universidades públicas. *Trabalho, Educação e Saúde*, 16, 751-772.
- Pagani, R. N., Kovalski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109-2135.
- Patil, M., Mhatre, A., Kumawat, D., & Ghodeswar, A. (2018). Effective Integration of E-Learning and Social Platform: An Overview of the Practice at ACE. *Journal of Engineering Education Transformations*, (SP 1).
- Pereira, M. A. C., Barreto, M. A. M., & Pazeti, M. (2017). Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. *Production*, 27.
- Pisuke, H., & Kelli, A. (2008). Intellectual property in an innovation-based economy. *Review of Central and East European Law*, 33(2), 223-238.
- Powell, W. W., & Owen-Smith, J. (1998). Universities and the market for intellectual property in the life sciences. *Journal of Policy Analysis and Management: The Journal of the Association for Public Policy Analysis and Management*, 17(2), 253-277.
- Pundak, D., & Rozner, S. (2008). Empowering engineering college staff to adopt active learning methods. *Journal of Science Education and Technology*, 17(2), 152-163.
- de Rezende Júnior, R. A., de Deus Júnior, G. A., de Castro, M. S., Lemos, R. P., & Alves, R. H. F. (2013). Aplicabilidade de metodologias ativas em cursos de graduação em engenharia. In *Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Vol. 41)*.
- Ribeiro, L. R. D. C. (2005). A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores.
- Rodriguez, M., Diaz, I., Gonzalez, E. J., & Gonzalez-Miquel, M. (2018). Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control. *Education for Chemical Engineers*, 24, 7-12.
- Rosselot, J. (2005). La globalización en la educación superior europea. Pródromos para nuestra educación médica: The precursor of changes in Chilean medical education. *Revista médica de Chile*, 133(7), 833-840.
- Salmi, J. (2009). The challenge of establishing world-class universities. *World Bank Publications*.

Saterbak, A., Moturu, A., & Volz, T. (2018). Using a teaching intervention and Calibrated Peer Review™ diagnostics to improve visual communication skills. *Annals of Biomedical Engineering*, 46(3), 513-524.

Seniuk Cicek, J., Ingram, S., Friesen, M., & Ruth, D. (2019). Action research: a methodology for transformative learning for a professor and his students in an engineering classroom. *European Journal of Engineering Education*, 44(1-2), 49-70.

Sharma, M. (2018). A Case Study: Active Learning Approaches to Improve Learning in Electrical Network. *Journal of Engineering Education Transformations*, 31(3), 53-57.

SILVA, L. P., & CECÍLIO, S. (2007). A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. *Educação em Revista*, 61-80.

Silva, L. P., & Cecílio, S. (2007). A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. *Educação em revista*, (45), 61-80.

Sum, N. L., & Jessop, B. (2013). Competitiveness, the knowledge-based economy and higher education. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(1), 24-44.

Stump, G. S., Husman, J., & Corby, M. (2014). Engineering students' intelligence beliefs and learning. *Journal of engineering education*, 103(3), 369-387.

Thanomsilp, C. (2018). STEM teaching in a chemistry laboratory “How to build a simple battery in the laboratory”. *Engineering and Applied Science Research*, 45(2), 154-157.

Wunnasri, W., Pailai, J., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2018). Reciprocal Kit-Build concept map: an approach for encouraging pair discussion to share each other's understanding. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 101(9), 2356-2367.

Yoshida, M. (2018). Communication Jigsaw: A Teaching Method that Promotes Scholarly Communication. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(10).

APÊNDICE A

Quadro 2. Portfólio de artigos sobre Metodologias Ativas de ensino

TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO	ANO	IN ORDINATHIO
Mok, H.N.	<i>Teaching tip: The flipped classroom</i>	<i>Journal of Information Systems Education</i>	2014	271
Baena, F; et al.	<i>Learning Factory: The Path to Industry 4.0</i>	<i>Procedia Manufacturing</i>	2017	127
Johnson, A.W; et al.	<i>Characterizing discourse among undergraduate researchers in an inquiry-based community of practice</i>	<i>International Journal of Engineering Education</i>	2018	123
Lattuca, L.R., Bergom, I. and Knight, D.B.	<i>Professional Development, Departmental Contexts, and Use of Instructional Strategies</i>	<i>Journal of Engineering Education</i>	2014	107
Mirkouei, A; et al.	<i>A Pedagogical Module Framework to Improve Scaffolded Active Learning in Manufacturing Engineering Education</i>	<i>Procedia Manufacturing</i>	2016	106
Murthy, S., Iyer, S. and Warriem, J.	<i>ET4ET: A large-scale faculty professional development program on effective integration of educational technology</i>	<i>Educational Technology and Society</i>	2015	103
Cosme, N; et al.	<i>Learning-by-doing experience from 20years of teaching LCA to future engineers</i>	<i>International Journal of Life Cycle Assessment</i>	2019	102
Seniuk Cicek, J., Ingram, S., Friesen, M. and Ruth, D.	<i>Action research: a methodology for transformative learning for a professor and his students in an engineering classroom</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2019	101
Hernández-de-Menéndez, Guevara e Morales-Menendez.	<i>Active learning in engineering education. A review of fundamentals, best practices and experiences</i>	<i>International Journal on Interactive Design and Manufacturing</i>	2019	101

Rodríguez, M., Díaz, I., Gonzalez, E.J. and González-Miquel, M.	<i>Reprint of: Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control</i>	<i>Education for Chemical Engineers</i>	2019	100
Dholakiya, N.D., Ferjencik, M., Schofield, D. and Kubik, J.	<i>Virtual learning for safety, why not a smartphone?</i>	<i>Process Safety Progress</i>	2019	100
Johnson, A.W., Blackburn, M.W., Su, M.P. and Finelli, C.J.	<i>How a Flexible Classroom Affords Active Learning in Electrical Engineering</i>	<i>IEEE Transactions on Education</i>	2019	100
Ing, M; et al.	<i>Teaching engineering ethics using role-playing in a culturally diverse student group</i>	<i>Journal of Engineering Education</i>	2016	100
Hotle, S.L. and Garrow, L.A.	<i>Effects of the Traditional and Flipped Classrooms on Undergraduate Student Opinions and Success</i>	<i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i>	2016	96
Rodríguez, J; et al.	<i>Project Based Learning experiences in the space engineering education at Technical University of Madrid</i>	<i>Advances in Space Research</i>	2015	95
Saterbak, A., Moturu, A. and Volz, T.	<i>Using a Teaching Intervention and Calibrated Peer Review (TM) Diagnostics to Improve Visual Communication Skills</i>	<i>Annals of biomedical engineering</i>	2018	93
Wunnasri, W., Pailai, J., Hayashi, Y. and Hirashima, T.	<i>Reciprocal kit-build concept map: An approach for encouraging pair discussion to share each Other's Understanding</i>	<i>IEICE Transactions on Information and Systems</i>	2018	93
Shekhar, P. and Borrego, M.	<i>After the Workshop: A Case Study of Post-Workshop Implementation of Active Learning in an Electrical Engineering Course</i>	<i>IEEE Transactions on Education</i>	2017	92
Auyuanet, A; et al.	<i>FísicActiva: applying active learning strategies to a large engineering lecture</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2018	92
Torres, M.F., Sousa, A.J. and Torres, R.T.	<i>Pedagogical and technological replanning: a successful case study on integration and transversal skills for engineering freshmen</i>	<i>International Journal of Technology and Design Education</i>	2018	91
Yoshida, M.	<i>Communication Jigsaw: A teaching method that promotes scholarly communication</i>	<i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i>	2018	91
Patil, M., Mhatre, A., Kumawat, D. and Ghodeswar, A.	<i>Effective integration of E-learning and social platform: An overview of the practice at ACE</i>	<i>Journal of Engineering Education Transformations</i>	2018	91
Stump, G.S., Husman, J. and Corby, M.	<i>Engineering Students' Intelligence Beliefs and Learning</i>	<i>Journal of Engineering Education</i>	2014	91
Di Felice, P.	<i>Teaching geographical databases at the engineering master level: learner-centred approach vs. teacher-centred approach</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2018	90
Chopra, S. and Deranek, K.M.	<i>Efficiently Teaching Engineering and Technology Students through Effective College-Industry Partnerships</i>	<i>Journal of Engineering Technology</i>	2017	90
Thanomsilp, C.	<i>STEM teaching in a chemistry laboratory "How to build a simple battery in the laboratory"</i>	<i>Engineering and Applied Science Research</i>	2018	90
Srinivasan, S.S.	<i>Project based curriculum for millennial learners @ florida polytechnic university</i>	<i>Journal of Engineering</i>	2018	90

		<i>Education Transformations</i>		
Sharma, M.	<i>A case study: Active learning approaches to improve learning in electrical network</i>	<i>Journal of Engineering Education Transformations</i>	2018	90
Moliner, C. and Arato, E.	<i>Implementation of the Italian schoolwork alternating programme within chemical engineering activities</i>	<i>Education for Chemical Engineers</i>	2018	90
Chugh, K.L. and Ram Mohan Rao, P.	<i>Implementation of active learning strategies at MLR institute of technology, Hyderabad - A best practice</i>	<i>Journal of Engineering Education Transformations</i>	2018	90
Fonseca, V.M.F. and Gomez, J.	<i>Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering</i>	<i>Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje</i>	2017	90
Alves, A; et al.	<i>Managing PBL Difficulties in an Industrial Engineering and Management Program</i>	<i>Journal of Industrial Engineering and Management-JIEM</i>	2016	89
McCrum, D.P.	<i>Evaluation of creative problem-solving abilities in undergraduate structural engineers through interdisciplinary problem-based learning</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2017	89
Pereira, M.A.C., Barreto, M.A.M. and Pazeti, M.	<i>Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: Lessons learned and challenges</i>	Produção	2017	87
Arbelaitz, O., Martin, J.I. and Muguersa, J.	<i>Analysis of Introducing Active Learning Methodologies in a Basic Computer Architecture Course</i>	<i>IEEE Transactions on Education</i>	2015	86
Freguia, S.	<i>Webcasts promote in-class active participation and learning in an engineering elective course</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2017	82
Nakatani, K., Doi, T., Wada, T. and Kaneda, T.	<i>Promotion of self-growth of students by PBL-type manufacturing practice</i>	<i>Journal of Robotics and Mechatronics</i>	2017	81
Saterbak, A., Volz, T. and Wettergreen, M.	<i>Implementing and assessing a flipped classroom model for first-year engineering design</i>	<i>Advances in Engineering Education</i>	2016	81
Barbalho, S.C.M; et al.	<i>A Project Based Learning approach for Production Planning and Control: Analysis of 45 projects developed by students</i>	Produção	2017	80
Clark, R.M; et al.	<i>Flipping engineering courses: A school wide initiative</i>	<i>Advances in Engineering Education</i>	2016	78
De Justo, E. and Delgado, A.	<i>Change to competence-based education in structural engineering</i>	<i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i>	2015	73
Bhathal, R.	<i>An appraisal of an online tutorial system for the teaching and learning of engineering physics in conjunction with contextual physics and mathematics, and relevant mathematics</i>	<i>European Journal of Engineering Education</i>	2016	71

Fonte: Dados da pesquisa elaborada pelo próprio autor (2021).