

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

METACOGNIÇÃO APLICADA AO ENSINO DE ENGENHARIA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E PERSPECTIVAS FUTURAS

Adriano Ineia, Cleci Teresinha Werner da Rosa

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.13468>

Submetido em: 2025-09-23

Postado em: 2025-11-07 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

ARTIGO

METACOGNIÇÃO APLICADA AO ENSINO DE ENGENHARIA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E PERSPECTIVAS FUTURAS

ADRIANO INEIA¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6448-1411>

[<185568@upf.br>](mailto:185568@upf.br)

CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9933-8834>

[<cwerner@upf.br>](mailto:cwerner@upf.br)

¹ Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

² Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

RESUMO: Este estudo teve por finalidade mapear a situação das pesquisas no ensino de engenharia sob a perspectiva da metacognição. Os resultados demonstraram que o número de artigos sobre o emprego da metacognição na engenharia aumentou. Este crescimento foi gradativo e pode ser dividido em duas fases, entre 2000 a 2011 as publicações foram em menor volume, já a partir de 2012 às publicações aumentam significativamente, sendo 2019 o ano mais produtivo. Os principais países em termos de desenvolvimento de pesquisas na área de ensino de engenharia são os Estados Unidos, Espanha, Austrália, Países Baixos, Canadá, Austrália e Malásia. Dentro desse campo despontam como temas de pesquisas o emprego das metodologias ativas, desenvolvimento sustentável, boas práticas pedagógicas e de sustentabilidade, além da construção de competências e habilidades. O emprego da metacognição no ensino da engenharia ainda é recente e necessita do desdobramento de novos estudos devido as suas potencialidades.

Palavras-chave: metacognição, ensino de engenharia, análise bibliométrica.

METACOGNITION APPLIED TO ENGINEERING EDUCATION: BIBLIOMETRIC ANALYSIS AND FUTURE PERSPECTIVES

ABSTRACT: This study aimed to map the state of research in engineering education from the perspective of metacognition. The results demonstrated that the number of articles on the use of metacognition in engineering increased. This growth was gradual and can be divided into two phases, between 2000 and 2011 publications were in smaller volume, from 2012 onwards publications increased significantly, with 2019 being the most productive year. The main countries in terms of developing research in the area of teaching in engineering are the United States, Spain, Australia, the Netherlands, Canada, Australia and Malaysia. Within this field, research topics include the use of active methodologies, sustainable development, good pedagogical and sustainability practices, in addition to the construction of skills and abilities. The use of metacognition in engineering education is still recent and requires the development of new studies due to its potential.

Keywords: metacognition, engineering education, bibliometric analysis.

METACOGNICIÓN APLICADA A LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO Y PERSPECTIVAS FUTURAS

RESUMEN: Este estudio tuvo como objetivo mapear el estado de la investigación en educación en ingeniería desde la perspectiva de la metacognición. Los resultados mostraron un aumento en el número de artículos sobre el uso de la metacognición en ingeniería. Este crecimiento fue gradual y puede dividirse en dos fases: entre 2000 y 2011, el volumen de publicaciones disminuyó, y a partir de 2012, el número de publicaciones aumentó significativamente, siendo 2019 el año más productivo. Los países líderes en desarrollo de investigación en formación en ingeniería son Estados Unidos, España, Australia, Países Bajos, Canadá, Australia y Malasia. En este campo, las líneas de investigación emergentes incluyen el uso de metodologías activas, el desarrollo sostenible, las buenas prácticas pedagógicas y de sostenibilidad, y el desarrollo de competencias y habilidades. El uso de la metacognición en la formación en ingeniería es aún reciente y requiere mayor investigación debido a su potencial.

Palabras clave: metacognición, educación en ingeniería, análisis bibliométrico.

INTRODUÇÃO

A metacognição é entendida como a capacidade que um sujeito tem de pensar sobre seu próprio pensamento, ou a capacidade de monitorar e autorregular seu processo cognitivo (FLAVELL, 1976). Embora tal entendimento seja bastante abrangente, e ainda por ser refinado e adequado a área do conhecimento ao qual ele está sendo associado, é possível termos uma ideia do seu significado a partir de suas primeiras compreensões.

O termo metacognição foi trazido pelo psicólogo americano John H. Flavell a partir de suas pesquisas sobre memória e, mais especificamente, sobre sua inferência em relação a metamemória (FLAVELL, 1971). A compreensão do autor em seu artigo mais conhecido e publicado em 1979 - *Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry*, mostra que a metacognição envolve o conhecimento que o sujeito tem sobre seus conhecimentos e a sua capacidade de regular seus processos cognitivos, estão inclusas nessa abordagem as experiências, o conhecimento e as habilidades metacognitivas. As experiências metacognitivas estão relacionadas a julgamentos e podem ser identificadas por meio das impressões/percepções conscientes que podem acontecer antes, durante ou após uma ação ou no momento em que o sujeito vivenciar alguma dificuldade ou identificar que não compreende ou compreendeu algo. O conhecimento metacognitivo vincula-se aos conhecimentos que o sujeito tem sobre si próprio a partir de variáveis como as relacionadas a própria pessoa, a tarefa a ser realizada e a estratégia a ser empregada e, também, à maneira como essas variáveis se articulam entre si. Em relação as habilidades metacognitivas, Flavell (1979) nos mostra que elas estão relacionadas à capacidade do sujeito de regular e controlar sua ação a fim de atingir um objetivo que é sempre de natureza cognitiva.

Hattie (2012), Fadel et al., (2015), entre outros autores, mostram que a presença e a articulação desses componentes metacognitivos, pode ser considerado como favorecedor da aprendizagem, uma vez que os estudantes podem identificar seus próprios conhecimentos e a habilidade de regular e controlar o pensamento. Negretti (2021) ressalta que a metacognição tem ganhado notoriedade e relevância nas pesquisas acadêmicas nos últimos anos, especialmente em contextos de aprendizagem escolar/acadêmica. Os resultados de dados empíricos produzidos em suas situações reais de sala de aula, mostram que a reflexão do pensamento tem a potencialidade de promover uma boa compreensão conceitual e o desenvolvimento de estratégia da aprendizagem (SANTOS, 2008; DORI et al., 2018; FLEUR; BREDEWEG; BOS, 2021).

A metacognição pode ser entendida como uma espécie de cognição de alto nível ou de segunda ordem, uma vez que ela vai além do que está estabelecido pela cognição. A capacidade de pensar sobre o próprio pensamento leva a que em um processo metacognitivo o sujeito seja capaz de monitorar e regular seus pensamentos, identificando o que sabe e o que não sabe (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). A metacognição tem a potencialidade de adotar a melhor estratégia frente a uma situação desafiadora, como é a resolução de problemas, por exemplo, uma vez que ela envolve

uma análise sobre os próprios conhecimentos, bem como uma capacidade de planejar, controlar e avaliar suas próprias ações frente a determinada meta ou objetivo (PAPALEONTIOU-LOUCA, 2008; BOL; GARNER, 2011).

No processo de aprendizagem, ela tem a potencialidade de avaliar o conhecimento científico e tecnológico na perspectiva dos produtos, processos e habilidades (HERNÁNDEZ-RAMOS et al., 2021), trazendo discussões sobre seus limites e potencialidades. Outra possibilidade trazida pelo uso de estratégias metacognitivas em processo de aprendizagem, vincula-se a capacidade de preparar esses estudantes para realizar transformações de impacto na sociedade, contribuindo para formação e desenvolvimento de estudantes criativos e inovadores, capacitados para enfrentar tal dinâmica (WECHSLER; NAKANO, 2011).

O anunciado se mostra relevante quando pensamos na formação do engenheiro que enfrenta em sua profissão situações que necessitam ter presente a capacidade de resolver problemas, de ser criativo e inovador e, ainda, ser responsável frente a questões éticas, sociais e ambientais. A profissão de engenheiro requer uma postura contemporânea, dotada de resiliência, cidadania e uma atuação atrelada ao desenvolvimento sustentável (SUNTHONKANOKPONG, 2010; QUELHAS et al., 2019). Esses aspectos encontram na metacognição uma possibilidade de estruturação do pensamento que leva a melhorar a aprendizagem, mas ao mesmo tempo, oportunizam ao engenheiro ser capaz de propor soluções a problemas a partir de um processo reflexivo e responsável.

O estudo de Almeida (2018) é um dos poucos estudos que temos na literatura nacional envolvendo a associação da engenharia e metacognição. Todavia, ele se torna referência por mostrar a importância no ensino de engenharia de um planejamento estratégico a partir de um sistema participativo, cíclico e vivo, o que ele denominou de “sistemática metacognitivo”. Nessa sistemática, o autor propõe uma sistemática no ensino de engenharia possibilitando subsidiar o planejamento do ensino no curso de engenharia de produção.

Nesse contexto, identificamos a importância de promover um ensino de engenharia que prepare seus discentes para uma atuação profissional integral, ética e que contribua para uma sociedade mais justa e igualitária. Para isso, temos a necessidade de trazer para dentro das aulas nos cursos de engenharia momentos de reflexão e conscientização sobre como os estudantes podem se estruturar frente a um problema, na elaboração de um projeto ou algo que demande em empreendimento cognitivo considerável. Esses momentos exigem não apenas aplicação direta de um determinado conhecimento, mas um pensar sobre o que se sabe do tema/atividade e ser realizado, bem como uma capacidade de traçar e operacionalizar aspectos que possam conduzir a concretização dessa atividade. Por fim, as atividades realizadas durante a formação do engenheiro podem contribuir para que ele seja capaz de ser consciente de si e aprender a autorregular suas ações, favorecendo a autonomia e agir consciente frente as demandas da contemporaneidade. Esse modo de pensar e agir está vinculado ao pensamento metacognitivo que, por sua vez, apesar de ser intrínseco ao ser humano, nem sempre é evocado/ativado por ele, necessitando que seja estimulado por propostas didáticas ou por mecanismos que o levem a ser mais reflexivo.

Embora tenhamos ciência da importância de que os engenheiros desde sua formação inicial recorram ao pensamento metacognitivo como forma de alicerçar seus conhecimentos a partir de um processo reflexivos, identificamos na literatura nacional que poucas são as pesquisas que evidenciam tal relação. Nessa busca localizamos o estudo de Almeida (2018) que já mencionamos, bem como Lima (2012), se dedicou em analisar mecanismos para suporte à autorregulação da aprendizagem de estudantes, através da ferramenta SRS - *Self Regulation System*. Mecanismos para suporte à autorregulação da aprendizagem do estudante propõe a incorporação de mecanismos para auto-regulação da aprendizagem e apresenta o seu funcionamento através da ferramenta SRS - *Self Regulation System*.

Frente a esses resultados pouco expressivos quantitativamente, nos questionamos sobre como a literatura estrangeira tem se servido dessa aproximação entre a formação do engenheiro e o desenvolvimento do pensamento metacognitivo. Em outras palavras, nossa questão de pesquisa ficou assim formulada: como as pesquisas em ensino de engenharia vem se servindo da metacognição? O objetivo está em compreender como tem sido contemplada a metacognição nas pesquisas voltada ao ensino de engenharia, de modo a buscar tendências, lacunas e potencialidades dessa associação. Para tanto, procedemos uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) junto a base de dados *Scopus*, como

forma de mostrar evidências correlatas ao tema investigado e, a partir dele procedemos algumas inferências qualitativas, como veremos na continuidade.

METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo deste trabalho, foi realizado uma pesquisa de abordagem quantiquantitativa e de natureza bibliográfica sistemática, envolvendo inicialmente uma análise bibliométrica e, na sequência, uma análise de conteúdo a partir dos artigos identificados na temática metacognição e ensino de engenharia, junto a base de dados *Scopus*. As revisões sistemáticas como a busca nesse estudo se desdobraram em diversas classificações como a revisão sistemática com meta-análise, revisões sistemáticas narrativas e revisões sistemáticas com meta-síntese (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019). No presente estudo, foi empregado a revisão narrativa, considerando a sua capacidade de analisar diversas metodologias ou conceituações teóricas. Esse tipo de revisão sintetiza resultados tanto quantitativos quanto qualitativos individuais e sem referência estatística significativa. Além disso, esse tipo de abordagem permite compreender a associação de diversos estudos na concepção de novas teorias, possibilitando também, acompanhar a evolução histórica e desenvolvimento da teoria (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

Pesquisadores cada vez mais tem se dedicado a construir revisões sistemáticas da literatura, com ênfase na integração dos dados qualitativos e quantitativos. Essa possibilidade ganha relevância devido a carência de justificativas em dados puramente quantitativos, tornando um, complemento do outro, já que a compreensão qualitativa confere robustez aos dados quantitativos. Creswell e Clark (2010) e Schwandt (2007) mencionam que devido à complexidade da conjuntura acelerada e dinâmica, essa postura científica mais integradora se torna mais viável e assertiva no desenvolvimento da ciência. Além disso, o estudo adota a revisão mista sequencial exploratória, focada na medição dos efeitos de ações. Nessa modalidade é possível integrar os dados qualitativos aos quantitativos, proporcionando entendimento e justificando as duas ordens de grandeza (CREWELL; CLARK, 2010; GALVÃO; PLUYE; RICARTE, 2017).

Para tanto, o presente estudo inicia por um planejamento que tomou por referência o artigo de Sampaio e Mancini (2007) e o de Galvão, Pluye e Ricarte (2017), nos quais há uma descrição desse planejamento quando se trata de uma pesquisa RSL. Os autores especificam etapas que necessitam serem percorridas na busca por selecionar e analisar o *corpus*, a saber: (I) definição da pergunta e objetivos da pesquisa; (II) mineração dos dados na base de dados por intermédio das palavras-chaves ou descritores; (III) delineamento do protocolo implementado para identificação dos dados; (IV) aplicação dos critérios de seleção dos dados para constituir o *corpus*; (V) análise dos trabalhos selecionados; e, (VI) conclusões e perspectivas futuras. Nessa última etapa é importante, segundo os autores, verificar se o realizado possibilitou responder perguntas como: a revisão sistemática se dedicou a analisar o ensino de engenharia sob a perspectiva da metacognição? Os artigos selecionados foram relevantes e com ênfase no objeto de estudo? Os resultados obtidos apresentam interconexões e avanços relevantes na área? A integração de dados qualitativos e quantitativos puderam agregar algo ao objeto de estudo? Quais foram os avanços e as perspectivas futuras da área?

No presente estudo essas etapas foram percorridas de modo a identificar a pergunta e o objetivo do estudo e que foram anunciados na seção anterior; a identificação das palavras-chave ou descritores de busca dos trabalhos – no caso do estudo identificados como sendo “*metacognition*” AND “*engineering*”; e, como fonte de mineração de dados, foi selecionado a base de dados Scopus por ser uma das mais importantes e abrangentes bases de dados do mundo. A plataforma contém mais de 84.000.000 de registros acadêmicos reconhecidos pelo alto fator de impacto. Dentre eles, cerca de 25,8 mil periódicos revisados por pares ativos, mais de 18.000.000 de itens de acesso aberto e mais de 249 mil livros. Essa base de dados rastreia cerca de 1,8 bilhões de referências em 84 milhões de registros. Além disso, milhares de instituições acadêmicas e pesquisadores depositam suas informações e avanços de suas pesquisas na Scopus.

Com os descritores e a base de dados selecionada, estabelecemos como recorte temporal o ano de 2000, uma vez que Zohar e Barzalai (2013) e Rosa e Meneses Villagrà (2018) mencionam que os anos anteriores são poucos expressivos em termos de pesquisas envolvendo metacognição e o contexto

educativo, especialmente no campo da educação científica, no qual podemos situar a engenharia. Os 50 artigos selecionados após os critérios mencionados estão identificados no Quadro 1. Nele, além do título do artigo, apresentamos seus autores, ano e veículo da publicação.

Quadro 1 - Relação dos artigos constituintes do *corpus*.

| Autoria | Ano | Título do Artigo | Periódico |
|---|------------|--|--|
| MAZZOLA R; BOZZI M; TESTA I; SANCASSANI S; ZANI M | 2023 | An extensive questionnaire about metacognition during emergency remote teaching involving more than 3000 engineering students | Sustainability (switzerland) |
| TEMBREVILLA G; NESBIT S; ELLIS N; OSTAFICHUK P | 2023 | Developing transdisciplinarity in first-year engineering | Journal of engineering education |
| DICKERSON SJ; CLARK RM | 2022 | Use of spice circuit simulation to guide written reflections and metacognition | Ieee transactions on education |
| SLOAN JA; SCHARFF LF | 2022 | Student self-assessment: relationships between accuracy, engagement, perceived value, and performance | Journal of civil engineering education |
| BOSMAN LB; PHILLIPS M | 2022 | Integrating the entrepreneurial mindset into the engineering classroom | Ieee transactions on education |
| WILANG JD | 2022 | Specific anxiety situations and coping strategies in full english medium instruction engineering programs | International journal of engineering pedagogy |
| SEPPANEN M | 2022 | The quality of argumentation and metacognitive reflection in engineering co-design | European journal of engineering education |
| MARRA RM; HACKER DJ; PLUMB C | 2022 | Metacognition and the development of self-directed learning in a problem-based engineering curriculum | Journal of engineering education |
| SIERRA-URIA E; LIZUNDIA E; BARRENETXEA L | 2021 | What do 1st year engineering students really learn? | Dyna (spain) |
| VEDHATHIRI T | 2021 | Self-regulated learning (srl) strategies on engineering faculty members, executives, and students | Journal of engineering education transformations |
| FERNÁNDEZ-CÉZAR R; SOLANO-PINTO N; GARRIDO D | 2021 | Can mathematics achievement be predicted? The role of cognitive-behavioral-emotional variables | Mathematics |
| HUGHES AJ; DENSON CD | 2021 | Scaffolding middle and high school students' engineering design experiences: quality problem-scoping promoting successful solutions | Journal of technology education |
| ELLESTAD RM; MATUSOVICH HM | 2021 | Metacognitive engagement during problem solving while in naturalistic homework study groups | International journal of engineering education |
| SAINT J; WHITELOCK-WAINWRIGHT A; GASEVIC D; PARDO A | 2020 | Trace-srl: a framework for analysis of microlevel processes of self-regulated learning from trace data | Ieee transactions on learning technologies |
| CARLSON SE; REES LEWIS DG; MALIAKAL LV; GERBER EM; EASTERDAY MW | 2020 | The design risks framework: understanding metacognition for iteration | Design studies |
| MATCHA W; UZIR NA; GASEVIC D; PARDO A | 2020 | A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: a self-regulated learning perspective | Ieee transactions on learning technologies |
| STRONG KM; LAWANTO O; WILSON-LOPEZ A | 2020 | Peer-prompted engineering design: how do adolescents interact and strategize? | Journal of technology education |
| OZTURK E; YALVAC B; JOHNSON MD; PENG X | 2020 | Investigating the relationships among engineering practitioners and undergraduate students' adaptive expertise characteristics and experiences | International journal of engineering education |
| OLEWNIK A; YERRICK R; SIMMONS A; LEE Y; STUHLMILLER B | 2020 | Defining open-ended problem solving through problem typology framework | International journal of engineering pedagogy |
| MCCORD RE; MATUSOVICH HM | 2019 | Naturalistic observations of metacognition in engineering: using observational methods to study metacognitive engagement in engineering | Journal of engineering education |
| CÁRDENAS-ROBLEDO | 2019 | A holistic self-regulated learning model: a proposal | Expert systems with |

| | | | |
|---|------|--|--|
| LA; PEÑA-AYALA A | | and application in ubiquitous-learning | applications |
| CHO YS; LINDERMAN K | 2019 | Metacognition-based process improvement practices | International journal of production economics |
| KUMAR JA; MUNIANDY B; WAN YAHAYA WAJ | 2019 | Exploring the effects of emotional design and emotional intelligence in multimedia-based learning: an engineering educational perspective | New review of hypermedia and multimedia |
| HUGHES AJ | 2019 | Measuring metacognitive awareness: applying multiple, triangulated, and mixed-methods approaches for an encompassing measure of metacognitive awareness | Journal of technology education |
| KARNAIN R; RAHMAN S; SURAT S; ALI MT | 2019 | Usability of m-pa21 module to improve teachers' metacognitive regulation in teaching and application of 21st century basic skills | International journal of emerging technologies in learning |
| KNOX BJ; LUGO RG; HELKALA K; SÜTTERLIN S | 2019 | Slow education and cognitive agility: improving military cyber cadet cognitive performance for better governance of cybberpower | International journal of cyber warfare and terrorism |
| NAQVI SAM; RAZA M; YBARRA VT; SALEHI S; TEODORIU C | 2019 | Using content analysis through simulation-based training for offshore drilling operations: implications for process safety | Process safety and environmental protection |
| OGRAJENŠEK I; GAL I | 2018 | The megaclass as a service production system and the challenge of facilitating its continuous quality improvement: towards a research agenda in a complex domain | Quality and reliability engineering international |
| VENTERS C; GROEN C; MCNAIR LD; PARETTI MC | 2018 | Using writing assignments to improve learning in statics: a mixed methods study | International journal of engineering education |
| PROMENTILLA MAB; LUCAS RIG; AVISO KB; TAN RR | 2017 | Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies: the case of p-graphs for polygeneration systems | Applied thermal engineering |
| WEDELIN D; ADAWI T; JAHAN T; ANDERSSON S | 2015 | Investigating and developing engineering students' mathematical modelling and problem-solving skills | European journal of engineering education |
| LING H; VENESAAR U | 2015 | Enhancing entrepreneurship education in engineering students to increase their metacognitive abilities: analysis of student self-assessments | Engineering economics |
| MEYER JHF; KNIGHT DB; CALLAGHAN DP; BALDOCK TE | 2015 | An empirical exploration of metacognitive assessment activities in a third-year civil engineering hydraulics course | European journal of engineering education |
| LOOIJENGA A; KLAPWIJK R; DE VRIES MJ | 2015 | The effect of iteration on the design performance of primary school children | International journal of technology and design education |
| SABAG N; TROTSKOVSKY E; WAKS S | 2014 | Engineering design projects as a reflection promoter | European journal of engineering education |
| HOLMES AL | 2014 | The effect of reworking exam problems on problem-solving performance in a circuit analysis course: an exploratory study | Ieee transactions on education |
| LAWANTO O; BUTLER D; CARTIER S; SANTOSO HB; GOODRIDGE W | 2013 | Task interpretation, cognitive, and metacognitive strategies of higher and lower performers in an engineering design project: an exploratory study of college freshmen | International journal of engineering education |
| OHTA Y; HAYAMI T; MURATA A | 2012 | Importance of metacognition in basic electric circuit problem solving process | Ieej transactions on fundamentals and materials |
| LAWANTO O; JOHNSON SD | 2012 | Metacognition in an engineering design Project | International journal of engineering education |
| KORETSKY M; KELLY C; GUMMER E | 2011 | Student perceptions of learning in the laboratory: comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories | Journal of engineering education |
| PAZ PEMAGOS H | 2011 | How can metacognition be developed through problem-solving in higher education? ¿Cómo desarrollar la metacognición en la educación superior | Ingenieria e investigacion |

| | | | |
|--|------|---|--|
| | | mediante la resolución] | |
| BORGFORD-PARNELL J; DEIBEL K; ATMAN CJ | 2010 | From engineering design research to engineering pedagogy: bringing research results directly to the students | International journal of engineering education |
| DAHM K; NEWELL J; NEWELL H; HARVEY R | 2009 | The impact of structured writing and developing awareness of learning preferences on the performance and attitudes of engineering teams | Advances in engineering education |
| HANSON JH; WILLIAMS JM | 2008 | Using writing assignments to improve self-assessment and communication skills in an engineering statics course | Journal of engineering education |
| THOMPSON NS; ALFORD EM; LIAO C; JOHNSON R; MATTHEWS MA | 2005 | Integrating undergraduate research into engineering: a communications approach to holistic education | Journal of engineering education |
| VOS H; DE GRAAFF E | 2004 | Developing metacognition: a basis for active learning | European journal of engineering education |
| BOIARSKY C | 2004 | Teaching engineering students to communicate effectively: a metacognitive approach | International journal of engineering education |
| CHOWDHURY BH | 2004 | Learning to learn - concepts in a first power engineering course | Ieee transactions on power systems |
| BONANNO P | 2004 | Metacognition within a constructionist model of learning | International journal of continuing engineering education and life-long learning |
| BAUMEISTER M; STARKE J | 2002 | Improving student confidence through metacognitive learning | Journal of professional issues in engineering education and practice |

Fonte: Pesquisa (2024).

Para análise dos trabalhos, recorreremos a duas técnicas, uma envolvendo o uso de um software para a análise bibliométrica. O software *bibliometrix* foi o selecionado para a análise bibliométrica, sendo desenvolvido por Massimo Aria em 2017 utilizando a Linguagem R. Essa linguagem possui uma ampla gama de pacotes que processam os dados, bem como calculam indicadores bibliométricos como o índice “h” que foi introduzido por Jorge Hirsh em 2005. Por meio dele possível verificar a visibilidade que os autores e artigos apresentam por intermédio das citações, tendo por objetivo quantificar o desempenho, qualidade e produtividade dos pesquisadores. Já o índice “g” mede o desempenho de citações de um conjunto de artigos, conferindo maior relevância aos artigos altamente citados e entre outras funções (XIE et al., 2020).

As potencialidades do uso do software *bibliometrix* são a exibição visual, análise estatística, processamento de dados, análise de cocitação, análise de acoplamento, análise de palavras e análise de cluster em bancos de dados (XIE et al., 2020; ARIA; CUCCURULLO, 2017). Complementar ao software, Aria (2017) desenvolveu o *biblioshiny* que permite que os usuários realizem análises bibliométricas e visuais em uma interface web interativa. No presente estudo, os pacotes *bibliometrix* e *biblioshiny* foram empregados na análise e visualização da pesquisa e tendências de pesquisa na área do ensino de engenharia e metacognição, a partir de trabalhos disponibilizados na base de dados *Scopus*.

ANÁLISE DOS DADOS

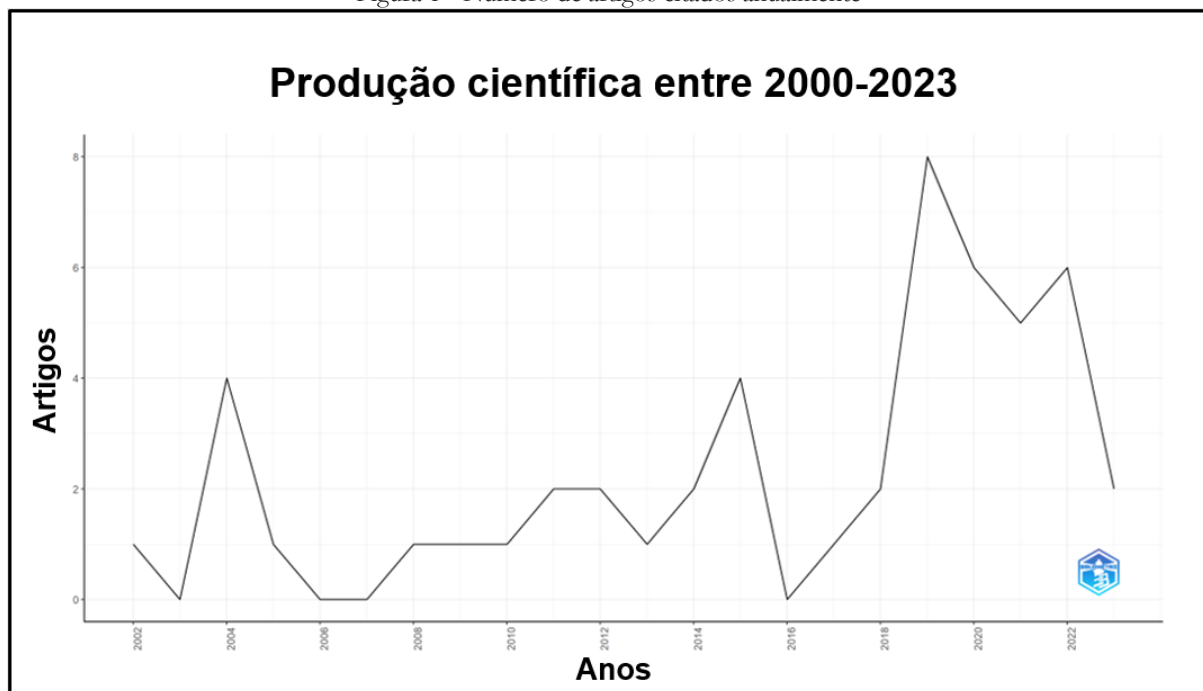
Para análise dos dados e considerando o já mencionado, estruturamos duas seções correspondendo cada uma das análises realizadas. A primeira vinculada a análise bibliométrica obtida a partir do uso dos softwares *bibliometrix* e *biblioshiny*; e, a segunda, dada a partir de categorias estabelecidas *a priori*. Tais análises tem por objetivo ao final do estudo e pela triangulação dos resultados em cada categoria, responder ao questionamento central do estudo.

Análise bibliométrica

a) Distribuição dos artigos por ano

A análise da evolução da produção científica anual pode ser acompanhada por meio de séries temporais, ou diferentes etapas. Essa distribuição anual de documentos reflete a situação geral e as futuras tendências da pesquisa. Os primeiros trabalhos encontrados na base de dados envolvendo os descritores datam do ano de 2002, assim tomamos com referência os anos de 2000 a 2023, analisando a intensidade de produção em cada ano. Em 2000 e 2001 a produção não era tão significativa, sendo um período decrescente na produção científica referente ao emprego da metacognição no ensino de engenharia. A partir de 2002 o assunto ganha relevância, em 2004 há um salto significativo. Entre o período de 2007 a 2015 ocorre aumento gradativo das produções, 2016 o número de produções minora, todavia, o auge de produções na área compreende entre 2018 a 2020, já em 2020 e 2023 ocorre uma queda que pode ter sido decorrência da pandemia da COVID-19, que comprometeu vários estudos que vinham sendo desenvolvidos ao redor do mundo. Na Figura 1, é possível observar o comportamento produtivo dos artigos ao longo dos anos.

Figura 1 - Número de artigos citados anualmente



Fonte: Dos autores (2022).

b) Distribuição de documentos por ano

A busca na base de dados apontou que os 50 trabalhos apresentavam diferentes autorias e produzidos em diferentes países. A Figura 4 apresenta a produção associada aos autores dos artigos. Do ponto de vista do número de artigos publicados identificamos que O. Lawanto publicou 3 artigos; D. Gasevic.; A. J. Hughes.; H. M. Matusovich.; A. Pardo, publicaram 2 artigos cada.

Na área da metacognição aplicada ao ensino de engenharia, o pesquisador Lawanto da *Universitas Indonesia* se destaca considerando o volume de artigos publicados nos últimos anos, tornando-se uma referência para estudos que discutem metacognição e ensino de engenharia. Suas produções se dedicaram em implementar a metacognição em projetos de engenharia e a interpretação de tarefas, estratégias metacognitivas em projeto de design de engenharia.

Gasevic da *University Monash* realizou uma revisão sistemática da literatura da pesquisa *Learning Analytics Dashboards (LADS)*, que relata os achados empíricos para avaliar o impacto da aprendizagem e ensino. O modelo de aprendizagem auto-regulada utilizado é o proposto por Winne e Hadwin, ao fim do estudo foi proposto um Sistema Analítico de Aprendizagem Centrado no Usuário (MULAS). Que consiste em quatro dimensões que estão interligadas a teoria, *design*, *feedback* e avaliação (MATCHA et al., 2019).

Andrew Hughes da *California State University*, dedicou-se em pesquisar a consciência metacognitiva, por meio de abordagens múltiplas, trianguladas e métodos mistos. Propôs a

implementação ainda no ensino médio e secundário a inserção de projetos de engenharia através de um escopo de problemas da qualidade e soluções de sucesso, viando estimular a metacognição (HUGHES, 2019; HUGHES; DENSON, 2021).

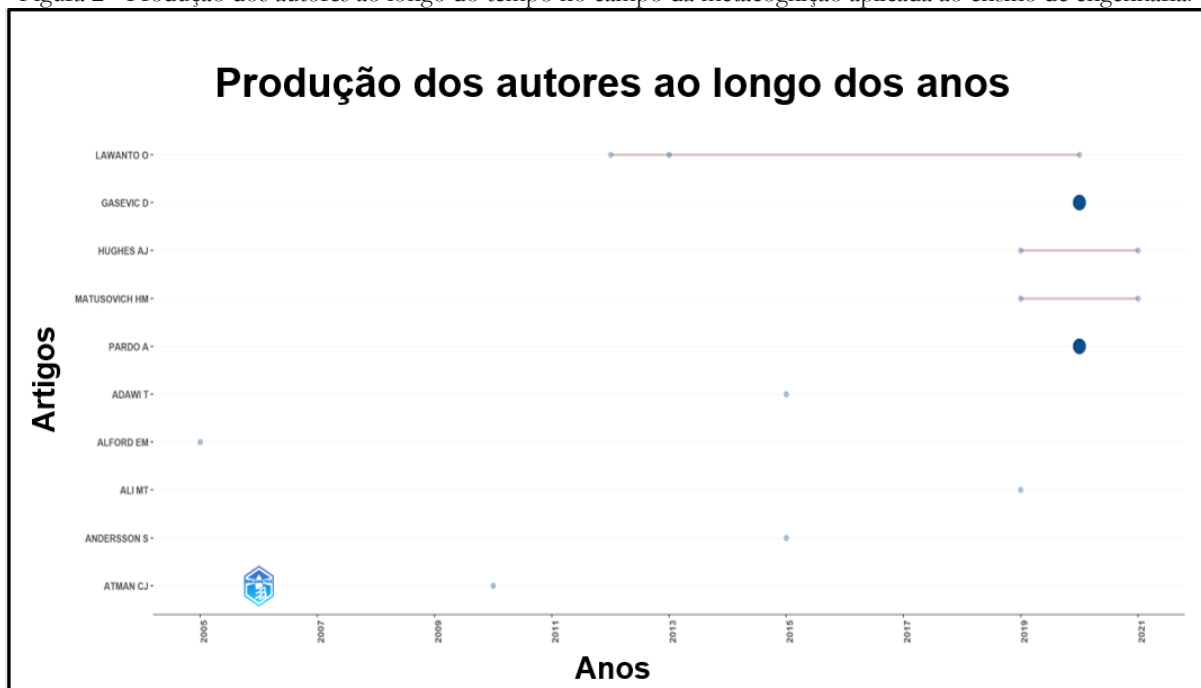
Holly M. Matusovich da *Virginia Tech*, fez observações naturalísticas na metacognição na engenharia, visando comparar métodos observacionais e o engajamento metacognitivo. No desdobramento do estudo, outra pesquisa do autor de deteve em investigar o engajamento metacognitivo na resolução de problemas em grupos de estudos de trabalho de casa naturalista (MATUSOVICH; ELLESTARD, 2019; MATUSOVICH; ELLESTARD, 2021).

Abelardo Pardo da *University of South Australia*, participou da pesquisa da *Gasevic Learning Analytics Dashboards (LADS)* anteriormente citada. Além de produzir um quadro para analisar os processos de micronível de aprendizagem auto-regulada por meio do Trace Data (SAINT et al., 2020).

Na Figura 4, a dimensão do círculo representa o número de documentos e a tonalidade da cor representa a quantidade de citações. Lawanto tem constância de publicações na área nos anos de 2012 a 2013 e volta com sua frequência de citações médias em 2020. Elisabeth M. Alford da *University of South Carolina* foi a primeira autora a ter uma frequência de citações mais relevante.

Gasevic e Pardo em 2020 despontam no quesito frequência de citação. Hughes e Matusovich entre 2019 e 2021 também foram expressivos. Outros autores como Adawi, Ali, Andersson e Atman também tiveram anos pontuais com significativa frequência de citação. Em linhas gerais a janela temporal com maior relevância compreende entre 2019 a 2021. Entretanto, é possível observar na Figura 2 que os estudos são iniciais e não têm tido constância, além do reduzido número de estudos na área. Isso demonstra que lacunas e questionamentos continuam em aberto.

Figura 2 - Produção dos autores ao longo do tempo no campo da metacognição aplicada ao ensino de engenharia.



Fonte: Dos autores (2022).

c) Países/regiões de origem das pesquisas

A publicação de estudos ao redor do mundo pode ser interpretada como relevante e importante para as diferentes nacionalidades no campo da metacognição e o ensino de engenharia. Na Figura 5, temos 7 países, sendo três da Europa (Noruega, Espanha e os Países Baixos), um da Ásia (Malásia), dois da América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e um da Oceania (Austrália).

Os Estados Unidos é o país que desponta em produções, os outros países demonstram desempenho muito parecido, mas bem inferior ao do norte americano. A Figura 3 demonstra que as publicações estão concentradas principalmente em países desenvolvidos, como na América do Norte,

Devido a importância da temática, a tendência é de se esperar que as publicações ganhem maior relevância e atenção nos próximos anos. Os anos de 2000 e 2011 foram poucos expressivos e a partir de 2012 houve um crescimento das publicações, entretanto, durante o período de pandemia da COVID-19 o número de estudos científicos decaiu. Vale ressaltar que 2019 até 2021 representa o ano mais relevante no quesito publicações. Do ponto de vista de citações o período com maior frequência compreendeu de 2013 a 2022, sendo os autores mais citados Lawanto, Gasevic, Hughes, Matusovich e Pardo.

As palavras-chaves mais frequentes são metacognição, estudantes, educação em engenharia, sistema cognitivo e ensino com 27%, 24%, 18%, 15% e 8% respectivamente. A seguir identificamos que os sete países que apresentam maior produtividade, sendo 7 países, sendo três da Europa (Noruega, Espanha e os Países Baixos), um da Ásia (Malásia), dois da América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e um da Oceania (Austrália). Malásia são os únicos países em desenvolvimento que se encontram no topo do ranking. Nos últimos anos muitas parcerias e colaborações internacionais têm acontecido, porém, em volume insuficiente e não tão significativo.

Por fim, temos que essa revisão sistemática, permitiu verificar que os estudos da metacognição na área da engenharia, são relativamente recentes e com dados tímidos tanto quantitativos quanto qualitativos. Algumas perspectivas futuras se destacaram como o desenvolvimento de currículos que oportunizem a ativação do pensamento metacognitivo. Nesse sentido, registramos que mesmo que os cursos de engenharia primem por uma formação técnica, mostra-se indispensável que os estudantes desde os primeiros níveis sejam capazes de desenvolver pensamento metacognitivo como forma de qualificar sua aprendizagem, ter autonomia, criatividade, iniciativa para inovar, flexibilidade e autocontrole e, especialmente, desenvolver conduta ética.

Portanto, as futuras pesquisas precisam possibilitar aos estudantes, a aquisição de competências básicas relacionadas às disciplinas STEAM e suas aplicações. Outra área, que prospecta pesquisas importantes na área de metacognição na área da engenharia é a exploração de atividades de aprendizagem de realidade aumentada associada a outras metodologias ativas como a aprendizagem baseada em investigação e sala invertida (IBÁÑEZ; DELGADO-KLOOS, 2018).

Outra perspectiva é estimular nos estudantes a construção de suas competências a um nível elevado de inovação. Fomentar e explorar o desconhecido e as potencialidades das dificuldades, além de abraçar contradições e integrar ideias divergentes, visando construir soluções mais assertivas e uma aprendizagem mais significativa e próxima do mundo real.

Contribuição dos Autores

Adriano Ineia – Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Visualização, Redação-Rascunho Original, Redação-Revisão e Edição.

Cleci Teresinha Werner da Rosa – Redação-Rascunho Original, Visualização, Redação- Revisão e Edição, Supervisão

Conflitos de Interesses - As autoras declaram que não há conflitos de interesses relacionados à presente pesquisa SciELO Preprints - Este

DECLARAÇÃO SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS: Os dados utilizados e/ou analisados neste estudo estão disponíveis no próprio estudo. Não há restrições de acesso aos dados, e estes podem ser compartilhados para fins de verificação científica e transparência da pesquisa. Os dados não foram depositados em repositórios públicos devido à ausência de exigência institucional ou contratual no momento da submissão, mas podem ser fornecidos mediante solicitação razoável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Bendito M. *Sistemática metacognitiva de educação em engenharia*. Guaratinguetá: [s. l.], 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/180558>>. Acesso em: 28/03/2025.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Carrado. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959-975, nov. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>>.

BOL, L.; GARNER, J. K. Desafios no apoio à autorregulação em ambientes de educação a distância. *Journal of Computing in Higher Education*, v. 23, n. 2-3, p. 104-123, 2011. <<https://doi.org/10.1007/s12528-011-9046-7>>.

CARATOZZOLO, Patricia; ALVAREZ-DELGADO, Alvaro; HOSSEINI, Samira. Metacognitive Awareness and Creative Thinking: the capacity to cope with uncertainty in engineering. In: GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2020, Porto, Portugal. *Anais*. Porto, Portugal, EDUCON, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125135>. Acesso em: 20/09/2022.

CRESWELL, John W.; PLANO, Vicki C. L. *Designing and conducting mixed methods research*. 2 nd. Los Angeles: SAGE Publications, 2011.

DORI, Yehudit J.; AVARGIL, Shirly; KOHEN, Zehavit; SAAR, Liora. Aprendizagem baseada em contexto e prompts metacognitivos para melhorar a compreensão de textos científicos. *International Journal of Science Education*, v. 40, n. 10, p. 1198-1220, 2018. <<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470351>>.

ELLESTAD, Rachel M. Metacognitive engagement during problem solving while in naturalistic homework study groups. *International Journal of Engineering Education*, v. 37, n. 1, p. 96-114, 2021. <0949-149X/91 \$3.00+0.00>.

FADEL, Charles; BIALIK, Maya; TRILLING, Bernie. *Four-dimensional education*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.

FLAVELL, John H. First discussant's comments: what is memory development the development of? *Human Development*, v. 14, n. 4, p. 272-278, 1971. <<https://doi.org/10.1159/000271221>>.

FLAVELL, John H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, Lauren B. (Ed.). *The nature of intelligence*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1976. p. 231-236.

FLAVELL, John H. Metacognition and cognitive monitoring. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979. <<http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>>.

FLAVELL, John H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979. <<https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>>.

FLEUR, Damien S.; BREDEWEG, Bert; BOS, Wouter van den. Metacognição: Ideias e insights das ciências neuro e educacionais. *Npj Ciência da Aprendizagem*, v. 6, n. 13, p. 2021. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41539-021-00089-5#citeas>>. Acesso em: 11/04/2025.

GALVÃO, Maria C. B.; PLUYE, Pierre; RICARTE, Ivan L. M. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017. <DOI: 10.11606/issn.2178-2075.v8i2p4-24>.

HATTIE, John. *Visible learning for teachers: maximizing impact on learning*. Routledge, 2012.

HERNÁNDEZ-RAMOS, José; PERNA, Johannes; CÁCERES-JENSEN, Lizethly; RODRÍGUEZ-BECERRA, Jorge. Os Efeitos do Uso de Questões Sociocientíficas e Tecnologia na Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma Revisão Sistemática. *Ciências da Educação*, v. 11, n. 10, p. 640, 2021. <<https://doi.org/10.3390/educsci11100640>>.

HUGHES, Andrew J.; DENSON, Cameron D. Scaffolding Middle and High School Students' Engineering Design Experiences: Quality Problem-SCOPEing Promoting Successful Solutions. *Journal of Technology Education*, v. 32, n. 2, p. 4-24, 2021. <<https://doi.org/10.21061/jte.v32i2.a.1>>.

HUGHES, Andrew J. Measuring Metacognitive Awareness: Applying Multiple, Triangulated, and Mixed-Methods Approaches for an Encompassing Measure of Metacognitive Awareness. *Journal of Technology Education*, v. 30, n. 2, p. 3-20, 2022. <<https://doi.org/10.21061/jte.v30i2.a.1>>.

MATCHA, Wannisa; UZIR, Nora'ayu Ahmad; GAŠEVIĆ, Dragan; PARDO, Abelardo. A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: a self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 13, n. 2, p. 226-245, 2020. <<https://doi.org/10.1109/tlt.2019.2916802>>.

MCCORD, Rachel; MATUSOVICH, Holly M. Naturalistic observations of metacognition in engineering: Using observational methods to study metacognitive engagement in engineering. *Journal of Engineering Education*, v. 108, n. 4, p. 481-502, 2019. <<https://doi.org/10.1002/jee.20291>>.

NEGRETTI, Raffaella. Buscando Generalidades Metacognitivas: Áreas de Convergência no Aprendizado da Escrita para Publicação entre Estudantes de Doutorado em Ciências e Engenharia. *Comunicação escrita*, v. 38, n. 2, p. 167-207, 2021. <<https://doi.org/10.1177/0741088320984796>>.

QUELHAS, Osvaldo L. G.; LIMA, Gilson B. A.; LUDOLF, Nicholas V. E.; MEIRIÑO, Marcelo J.; ABREU, Chrystiane; ANHOLON, Rosley; VIEIRA NETO, Julio; RODRIGUES, Leandro S. G. Engineering education and the development of competencies for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 20, n. 4, p. 614-629, 2019. <<https://doi.org/10.1108/ijsh-07-2018-0125>>.

ROSA, Cleci T. W.; MENESES VILLAGRÁ, Jesús A. Questionamento metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: análise de uma atividade de ciências no ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 1, p. 60-76, 2020. <<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p60>>.

SAINT, John; WHITELOCK-WAINWRIGHT, Alexander; GAŠEVIĆ, Dragan; PARDO, Abelardo. Trace-SRL: A framework for analysis of microlevel processes of self-regulated learning from trace data. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 13, n. 4, p. 861-877, 1, 2020. <<https://doi.org/10.1109/tlt.2020.3027496>>.

SAMPAIO, Rosana F., MANCINI, Marisa C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbfis/a/79nG9Vvk3syHhnSgY7VsB6jG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13/05/2025.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *Um discurso sobre as Ciências*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SCHWANDT, Thomas A. *The SAGE Dictionary of Qualitative Inquiry*. 3. ed. Sage Publishing, 2007.
Acesso em: <<https://experts.illinois.edu/en/publications/the-sage-dictionary-of-qualitative-inquiry>>.
Acesso em: 05/03/2025.

SIDDAWAY, Andy P.; WOOD, Alex M.; HEDGES, Larry V. How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, v. 70, n. 1, p. 747-770, 4, 2019. <<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>>.

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

XIE, Hualin; ZHANG, Yanwei; WU, Zhilong; LV, Tianguai. A bibliometric analysis on land degradation: current status, development, and future directions. *Land*, v. 9, n. 1, p. 28, 2020. <<https://doi.org/10.3390/land9010028>>.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.