



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Aplicação do ProKnowC para seleção e análise de portfólio bibliográfico: a ergonomia cognitiva na educação

Claudia Regina de Freitas

Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho (claudia.freitas@unesp.br)

José Roberto Dale Luche

Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho (dale.luche@unesp.br)

Messias Borges Silva

Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho (messias.silva@unesp.br)

Resumo

A ergonomia cognitiva estuda processos mentais envolvidos na interação entre pessoas e sistemas, sendo relevante na educação por seu impacto na aprendizagem, desempenho e bem-estar. O conhecimento acerca do tema contribui para enfrentar a sobrecarga cognitiva, integrar tecnologias digitais e criar ambientes pedagógicos mais eficazes. Este artigo analisa um portfólio bibliográfico de pesquisas sobre ergonomia cognitiva na educação aplicando o ProKnowC. Foram realizadas buscas nas bases Scopus e Web of Science, seguidas de filtragem, análise bibliométrica e sistêmica. O portfólio resultante reuniu seis artigos (2002–2025), organizados em três eixos: integração de tecnologias digitais, inovação didática mediada por jogos e inteligência artificial, e atenção a aspectos cognitivos e ergonômicos do processo educacional. Os achados indicam a coexistência de referências clássicas e abordagens emergentes, destacando a IA generativa, e apontam um campo em expansão.

Palavras-chave: Ergonomia Cognitiva; Educação; ProKnowC; Tecnologias.

Abstract

Cognitive ergonomics studies the mental processes involved in the interaction between people and systems, and it is relevant in education due to its impact on learning, performance, and well-being. Knowledge on this topic contributes to addressing



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

cognitive overload, integrating digital technologies, and creating more effective pedagogical environments. This article analyzes a bibliographic portfolio of research on cognitive ergonomics in education using the ProKnowC method. Searches were conducted in the Scopus and Web of Science databases, followed by filtering, bibliometric, and systemic analyses. The resulting portfolio comprised six articles (2002–2025), organized into three axes: integration of digital technologies; didactic innovation mediated by games and artificial intelligence; and attention to cognitive and ergonomic aspects of the educational process. The findings indicate the coexistence of classical references and emerging approaches—highlighting generative AI—and point to an expanding research field.

Keywords: Cognitive ergonomics; Education; ProKnowC; Technologies.

Resumen

La ergonomía cognitiva estudia los procesos mentales implicados en la interacción entre las personas y los sistemas, siendo relevante en la educación por su impacto en el aprendizaje, el rendimiento y el bienestar. El conocimiento sobre este tema contribuye a enfrentar la sobrecarga cognitiva, integrar tecnologías digitales y crear entornos pedagógicos más eficaces. Este artículo analiza un portafolio bibliográfico de investigaciones sobre ergonomía cognitiva en la educación mediante el método ProKnowC. Se realizaron búsquedas en las bases de datos Scopus y Web of Science, seguidas de filtrado y de análisis bibliométrico y sistémico. El portafolio resultante reunió seis artículos (2002–2025), organizados en tres ejes: integración de tecnologías digitales; innovación didáctica mediada por juegos e inteligencia artificial; y atención a los aspectos cognitivos y ergonómicos del proceso educativo. Los hallazgos indican la coexistencia de referencias clásicas y enfoques emergentes —con énfasis en la IA generativa— y señalan un campo en expansión.

Palabras clave: Ergonomía cognitiva; Educación; ProKnowC; Tecnologías.

1. INTRODUÇÃO

Ergonomia cognitiva é definida como uma área da ergonomia que se concentra no estudo dos processos mentais, como atenção, percepção, memória, raciocínio e resposta motora, em contextos de interação entre pessoas e sistemas (interação homem-máquina), e tem por objetivo compreender como esses processos incidem sobre essas interações melhorando o desempenho e o bem-estar (Silva; Campos; Fernandes, 2021).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

A Ergonomia Cognitiva desempenha um papel importante no desenvolvimento de sistemas educacionais mais eficazes, acessíveis e saudáveis. Seu estudo possibilita uma melhor adaptação das condições de ensino às capacidades cognitivas humanas, promovendo o aprendizado eficiente, a redução do estresse e o aumento do desempenho acadêmico e profissional (Holmes; Porayska-Pomsta; Holmén, 2022; Kirsh, 2010).

Diversos estudos abordam a relevância da ergonomia cognitiva, destacando pontos como otimização do processo de aprendizagem, redução da sobrecarga cognitiva e melhoria na interação com tecnologias educacionais (Gee, 2017; Huizenga *et al.*, 2019; Sweller; Ayres; Kalyuga, 2019). Em contraste, o estudo da ergonomia cognitiva é cercado por desafios que perpassam a complexidade dos processos cognitivos, a rápida evolução da tecnologia, as dificuldades de integração de aspectos físicos e cognitivos e, especialmente quando se trata de questões do ensino, a complexidade dos processos de ensino-aprendizagem, o advento e a inserção de tecnologias variadas no campo da educação, diferentes modalidades de ensino (presencial, híbrido e remoto) e o advento das chamadas metodologias ativas.

Outro aspecto importante reside nas questões específicas do manejo da sala de aula seja ela de qualquer formato (presencial ou não), no que se refere ao engajamento dos estudantes, ao emprego de aulas teóricas e práticas, à conectividade e acesso constante a diferentes equipamentos e sistemas, e à sobrecarga cognitiva que atinge professores e alunos diante das exigências de modelos educacionais cada vez mais dinâmicos e distantes do modelo tradicional (Huizenga *et al.*, 2019; Kirsh, 2010).

Diante disso se verifica a necessidade de compreender as tendências emergentes no campo de estudos, além disso o mapeamento científico fornece insights baseados em evidências para auxiliar na tomada de decisão e alocação de recursos para a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem. O campo da Ergonomia de modo geral possui muitos artigos publicados, mas especificamente sobre ergonomia cognitiva as publicações não são tão numerosas (Bornmann; Daniel, 2008; Price, 1976; Aria; Cuccurullo, 2017). Encontram-se publicações acerca da ergonomia cognitiva em diversas áreas e com enfoques diferentes, sendo poucos textos focados nas questões da educação. Esta

pesquisa busca analisar o estado atual do campo da ergonomia cognitiva, e especialmente no que se refere à educação, usando uma abordagem bibliométrica considerando as publicações disponíveis nas bases Scopus e Web of Science. O estudo busca responder às seguintes perguntas: quais são as tendências na produção de conhecimento para publicação científica sobre ergonomia cognitiva no ambiente da educação? De que forma a literatura especializada pode auxiliar pesquisadores, a partir de lacunas e evidências, para proporcionar o desenvolvimento científico teórico e prático no que se refere à ergonomia cognitiva no campo da educação?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Inicialmente focada nos aspectos físicos do trabalho, a ergonomia evoluiu para incluir fatores organizacionais e cognitivos, reconhecendo a carga mental significativa que muitas profissões requerem. A Associação Internacional de Ergonomia (IEA, 2000) define a ergonomia como a ciência que estuda a interação entre seres humanos e elementos de um sistema, visando otimizar o bem-estar e o desempenho geral. Dentro desta, a ergonomia cognitiva, ou engenharia psicológica, concentra-se em processos mentais como percepção, atenção e memória, abordando como eles influenciam a interação com o sistema e a gestão da carga de trabalho mental.

No âmbito da ergonomia cognitiva, pesquisas especializadas começaram na década de 1960, como as observações do psiquiatra Louis Le Guilliant sobre as queixas de telefonistas, relacionadas à carga mental. Estes estudos apontaram para a necessidade de considerar não apenas o esforço físico, mas também o desgaste mental nas ocupações. O campo foi expandido com o advento da informática e a inclusão de máquinas programáveis no ambiente de trabalho, intensificando as demandas por habilidades cognitivas, como a tomada de decisões e o processamento de informações.

Abrahão et al. (2005) e outros estudiosos apontam que a ergonomia cognitiva busca entender e adaptar os processos cognitivos ao ambiente de trabalho, melhorando a



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

interação com a tecnologia e a eficácia dos sistemas. Silva, Campos e Fernandes (2021) ressaltam a importância de abordar também os aspectos emocionais e afetivos na ergonomia, indicando a inseparabilidade entre o pensar e o sentir no ambiente laboral.

A ergonomia cognitiva visa ajustar as habilidades e limitações humanas para otimizar a execução das tarefas, seja simplificando a interface de máquinas ou adaptando os processos de trabalho para reduzir a carga cognitiva e evitar a monotonia ou sobrecarga. Conforme descrito por Grandjean (1998) e Falzon (2009), a gestão da carga mental é crucial, pois tanto a monotonia quanto a sobrecarga podem afetar significativamente a saúde e a produtividade do trabalhador.

Os estudos específicos sobre ergonomia relativos ao contexto de estudantes são encontrados nas bases de dados científicos e, de acordo com os dados da Web of Science, estão atrelados às seguintes áreas: saúde ocupacional em ambientes públicos, engenharia industrial, engenharia multidisciplinar, psicologia aplicada, ergonomia, pesquisas educacionais, disciplinas da área de educação, odontologia e medicina e ciências da computação. Essa diversidade e de associações com a temática evidencia o caráter interdisciplinar dos estudos.

Já quando as pesquisas nas bases de dados são executadas associando os termos “ergonomia cognitiva” ou “fatores humanos” e “estudantes”, os resultados apontam para estudos específicos na temática de ergonomia, em ciência da computação, educação, engenharia industrial e psicologia aplicada.

Não só no ambiente laboral, mas também entre os estudantes percebem-se o aumento das queixas relacionadas a questões psicológicas, tais como estresse, ansiedade e sofrimento mental. E, lamentavelmente, estes problemas podem perpetuar para o lado profissional do estudante e diminuir o desempenho acadêmico. Análogo ao que ocorre nas organizações, para os estudantes e ambiente acadêmico, os transtornos psicológicos são causas de outros problemas, tais como erro humano, produtividade insatisfatória, absenteísmo, presenteísmo, além de outras doenças físicas relacionadas com questões emocionais (Gameiro, 2021; Barcelos, 2020).

3. MÉTODO

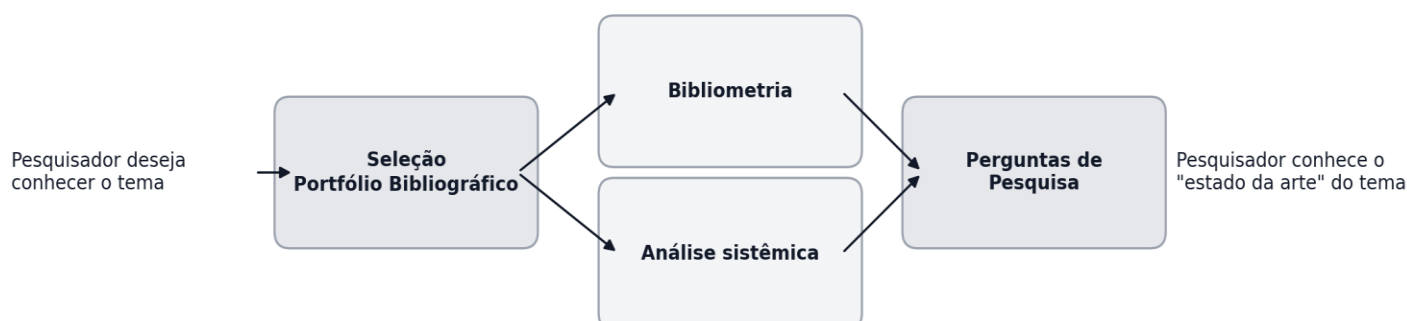
A condução da pesquisa foi direcionada por uma metodologia descritiva e exploratória, pois o procedimento adotado e o portfólio selecionado cumprem a função de ampliar o conhecimento acerca da temática da pesquisa, e assume a lógica indutiva, já que não se pode estimar os resultados (Iudícibus, 2007).

Os dados utilizados para análises constituem fonte primária e secundária. A fonte primária é definida pelas delimitações feitas pelos pesquisadores para a aplicação do processo ProKnowC. Já a fonte secundária se caracteriza pelas informações obtidas dos trabalhos selecionados como resultado da aplicação do processo ProknowC (Richardson, 1999; Gil, 2007).

Quanto à abordagem do problema, esta é qualitativa, uma vez que, durante o processo de seleção de trabalhos, os valores e preferências dos pesquisadores foram considerados (Richardson, 1999). Por se tratar de uma pesquisa que tem como propósito apresentar um portfólio de publicações, constitui-se como pesquisa bibliográfica.

A Figura 1, a seguir ilustra as etapas do ProknowC.

Figura 1 – Etapas do ProknowC.



Fonte: Adaptado de Lacerda, Ensslin e Ensslin (2012).

Neste estudo, foram abordadas as três etapas iniciais do processo, definidas a seguir:

- a) Seleção de Portfólio Bibliográfico: busca sistematizada por publicações nas bases de dados. Inicialmente, define-se o tema, as palavras-chave e seleciona-se as bases de dados a serem consultadas. Após a busca pelas publicações, aplica-se uma sequência de filtros para gerar o portfólio bibliográfico contendo artigos com maior relevância para o tema. Em seguida, os materiais selecionados devem ser analisados quanto a disponibilidade e coerência com tema.
- b) Análise Bibliométrica: contabiliza – se os dados estatísticos do conjunto de artigos obtidos por meio de parâmetros como: palavras-chave, autores, ano, periódicos e número de citações.
- c) Análise Sistêmica: analisa-se as lacunas encontradas e os resultados dentro de cada artigo do portfólio.

Foram levantadas publicações associando ergonomia cognitiva e educação dos bancos de dados das bases Scopus (<https://www.scopus.com/>) e Web of Science - WoS (<http://apps.webofknowledge.com>). Os dados foram obtidos usando a seguinte composição de palavras-chave: “Cognitive ergonomics” AND students AND “higher education”. A busca foi realizada abrangendo todo o período de publicação para cada banco de dados, até janeiro de 2025. Foram removidos os artigos duplicados usando o pacote Bibliometrix 4.1.3 (Aria; Cuccurullo, 2017) implementado no R 3.4.1 (R Core Team 2023).

Procedimento de coleta e análise de dados

Para a obtenção dos dados a primeira etapa do processo – seleção de portfólio bibliográfico – precisa ser subdividida do seguinte modo: (i) seleção do Banco de Artigos Bruto; (ii) filtragem do Banco de Artigos; e, (iii) teste de representatividade do PB (Dutra *et al.*, 2015; Waiczysk; Ensslin, 2013). A subetapa (ii) foi facilitada pelo software R para



a remoção de artigos duplicados e pelo Google acadêmico para verificação do número de citações e consequente validação do reconhecimento científico

Após a obtenção do portfólio conduz-se a bibliometria. Neste estudo foram analisados os seguintes itens: (i) ano de publicação; (ii) autores relevantes no portfólio e suas referências; (iii) características e métricas dos periódicos de publicação dos artigos do portfólio e suas referências. Essas análises foram conduzidas com base nas contagens e cruzamento de dados numéricos a partir das informações das publicações.

Quanto à análise sistêmica, foram avaliados os seguintes aspectos: (i) temática central abordada pelos artigos do portfólio; (ii) desafios e lacunas teóricas e práticas apontadas pelos autores; (iii) possibilidades de desdobramentos de novas pesquisas.

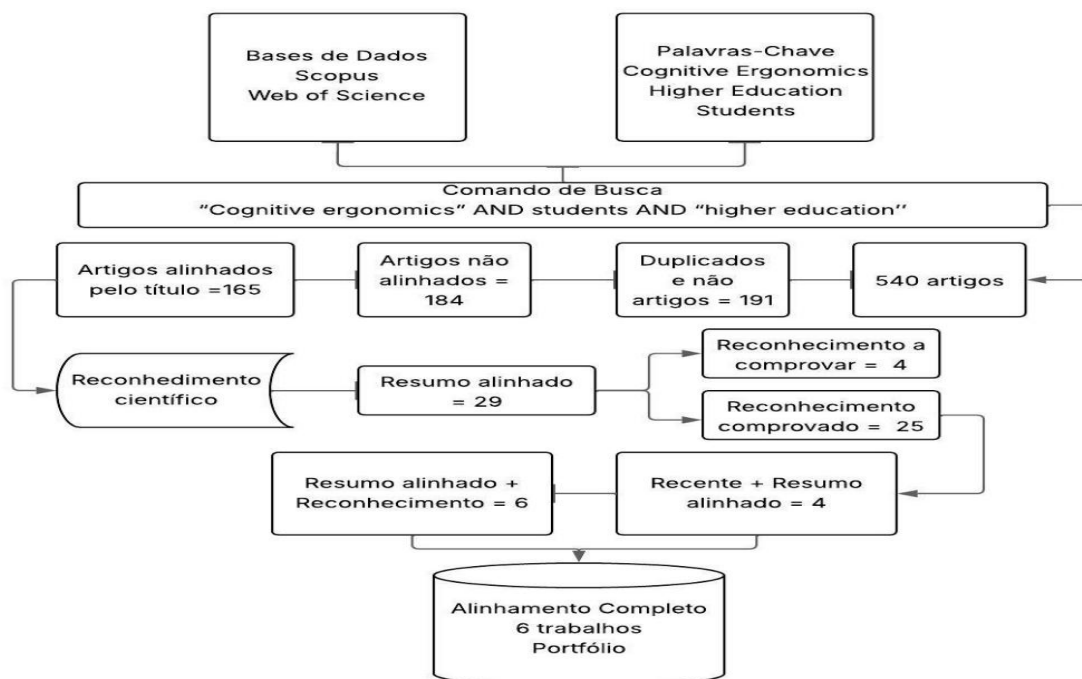
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constituição do portfólio

O portfólio bibliográfico compreende 6 publicações. A Figura 2 ilustra o processo de seleção:

Figura 2 – Processo para obtenção do portfólio bibliográfico.

Objetivo: analisar o estado atual do campo da ergonomia cognitiva, e especialmente no que se refere à educação



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da seleção realizada, os artigos que compõem o portfólio bibliográfico são considerados os de maior representatividade. O Quadro 1 apresenta os estudos incluídos e seus principais indicadores: ano de publicação, autores, título, periódico e número de citações:

Quadro 1 – Artigos do portfólio bibliográfico

ANO	AUTORES	TÍTULO	PERIÓDICO	CITAÇÕES
2002	ARTIGUE, Michele.	Learning mathematics in a cas environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work	International journal of computers for mathematical learning,	1742
2021	BARBIERI, Giuseppina Gerarda; BARBIERI, Rosa; CAPONE, Roberto.	Serious games in high school mathematics lessons: an embedded case study in europe	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	43



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

2021	ARTIGUE, Michèle; TROUCHE, Luc	Revisiting the french didactic tradition through technological lenses	Mathematics	29
2024	JAUHIAINEN, Jussi S.; GARAGORRY GUERRA, Agustín	Generative AI and education: dynamic personalization of pupils' school learning material with chatgpt2024	Frontiers in Education	8
2023	Krylova N.N.	.Cognitive Ergonomics in Educational Systems: Specific Relationships of the “Student-Educational Information” Structure	/ Ergodizayn [Ergodesign]	0
2025	MOUDETTIR, Youness; OUHRIR, Siham; LOTFI, Said.	Enhancing Cognitive Ergonomics and Pedagogical Quality a Comprehensive Evaluation Framework for Technological Pedagogical Tools in Physical Education	Cuestiones de Fisioterapia	0

Fonte: elaborado pelos autores.

A distribuição temporal dos artigos evidencia uma assimetria significativa. O estudo mais antigo, publicado em 2002 reúne 1.742 citações, configurando-se como um pioneiro na interface entre tecnologia e didática da matemática.

Após quase duas décadas sem novos artigos de impacto, em 2021 surgem duas novas publicações. O estudo de Barbieri, Barbieri e Capone (2021) aborda o uso de jogos sérios no ensino médio europeu, enquanto Artigue e Trouche (2021) revisitam criticamente a tradição didática francesa a partir das tecnologias digitais. Apesar de recentes, ambos já acumulam número expressivo de citações (43 e 29), demonstrando sua representatividade e assimilação no contexto científico.

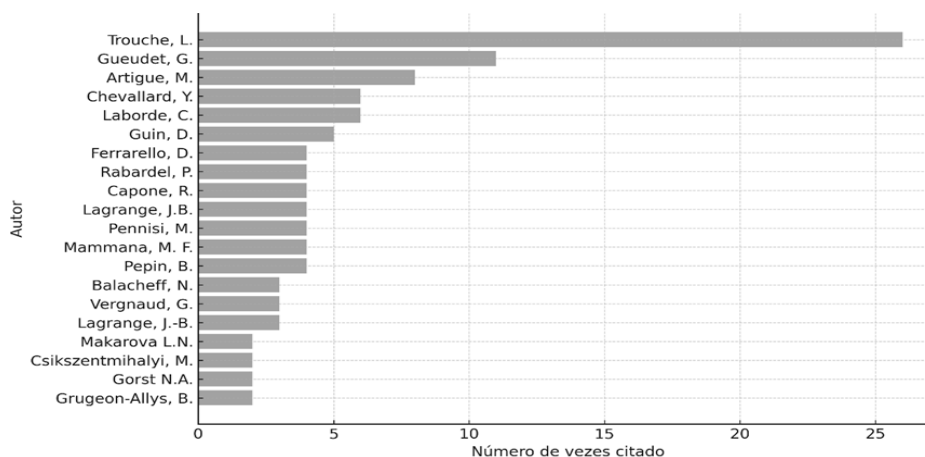
Os trabalhos mais recentes (2023–2025) apresentam temáticas emergentes, ampliando o escopo da literatura. Jauhiainen e Guerra (2024) exploram a inteligência artificial generativa, utilizando o ChatGPT como recurso para personalização dinâmica de conteúdos escolares. Já Krylova (2023) discute a ergonomia cognitiva sob a ótica das relações entre estudantes e estruturas de informação educacional, enquanto Moudettir, Ouhrir e Lotfi (2025) propõem um quadro de avaliação ergonômica de ferramentas pedagógicas aplicadas à educação física. Embora esses artigos ainda não apresentem

citações, a proximidade da data de publicação e a novidade dos temas explicam esse cenário, reforçando seu caráter inovador.

Impacto dos autores

Em relação ao impacto dos autores, a análise de referências do portfólio mostra a predominância de Trouche, L., com mais de 25 ocorrências, seguido por Gueudet, G. e Artigue, M., que apresentam entre 8 e 12 citações cada. Esses três nomes sustentam o núcleo central da literatura analisada, responsável por grande parte da produção teórica do campo (Figura 3). Em seguida, surge um grupo intermediário composto por Chevallard, Y., Laborde, C., Guin, D. e Ferrarello, D., com 4 a 7 citações. Por fim, autores como Vergnaud, G. e Csikszentmihalyi, M. aparecem de forma mais pontual, mas ainda relevantes por ampliarem os diálogos interdisciplinares, especialmente com conceitos como o da teoria do fluxo.

Figura 3 – Autores mais citados no portfólio.

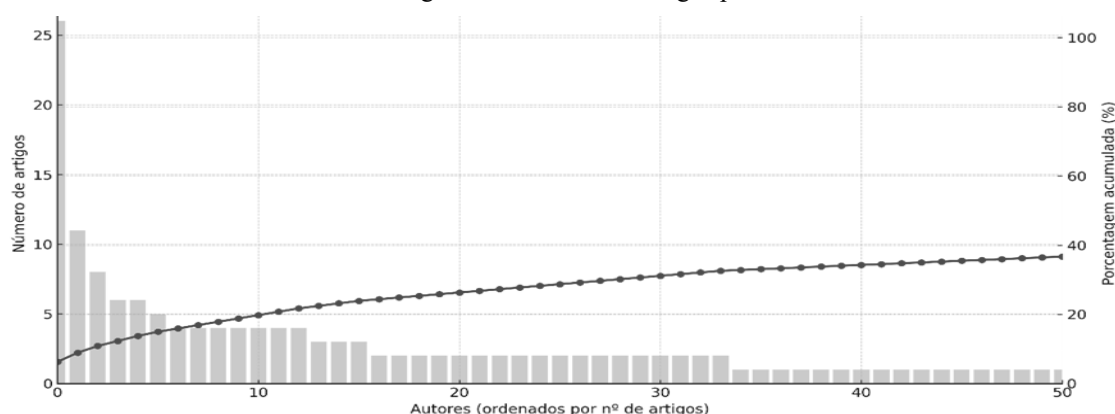


Fonte: elaborado pelos autores.

A análise das referências permitiu identificar os autores mais citados no portfólio selecionado e a rede de coautoria. Esse resultado indica uma concentração de citações em poucos nomes, ao mesmo tempo em que evidencia uma diversidade de autores que complementam o debate.

O gráfico de Pareto (Figura 4) apresenta a distribuição do número de artigos por autor, permitindo visualizar a concentração da produção científica dentro do portfólio analisado. Observa-se que um pequeno grupo de autores responde pela maior parte das publicações.

Figura 4 – Número de artigos por autor.

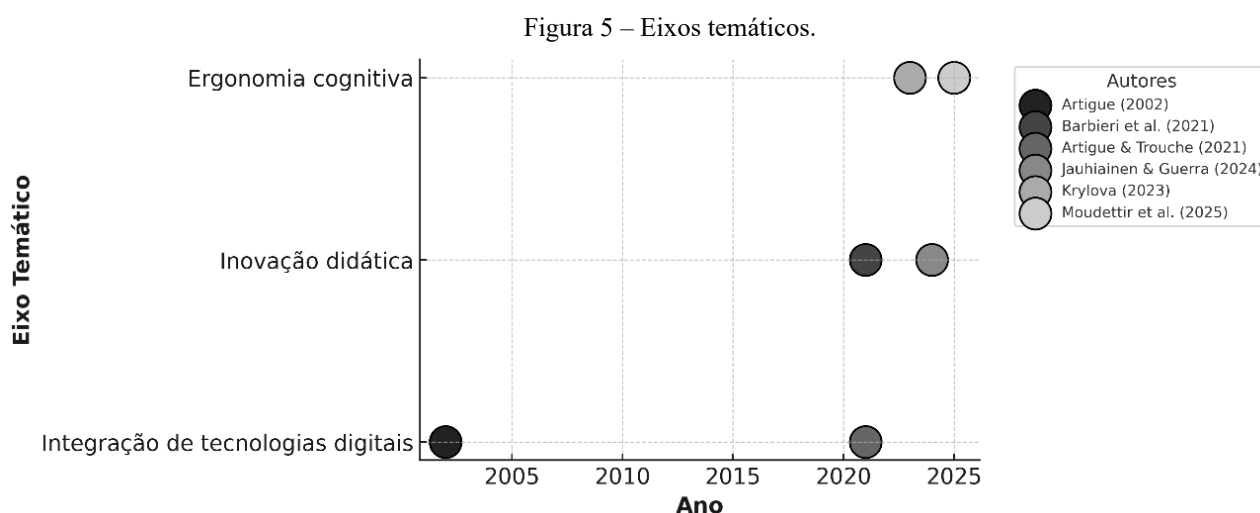


Fonte: elaborado pelos autores.

Essa análise demonstra a concentração da produtividade científica: cerca de 20% dos autores são responsáveis por aproximadamente 40% dos artigos do portfólio. Destaca-se ainda que um único autor ultrapassa 25 publicações, enquanto a maioria contribui com poucos trabalhos. Esse padrão confirma a desigualdade típica da produção acadêmica, em que um grupo restrito concentra a maior parte da influência e, ao mesmo tempo, evidencia a existência de uma base diversificada de contribuições complementares.

Eixos temáticos abordados

A análise do portfólio pode-se compreender a produção selecionada a partir de três eixos temáticos centrais como se observa na Figura 5: a integração de tecnologias digitais no ensino-aprendizagem, a inovação didática por meio de jogos, sistemas computacionais e inteligência artificial, e a atenção a aspectos cognitivos e ergonômicos do processo educacional. Essa organização evidencia tanto a evolução histórica da área quanto a emergência de novas tendências que refletem os avanços tecnológicos e as demandas contemporâneas da educação.



No primeiro eixo, relacionado à integração de tecnologias digitais, destacam-se os trabalhos de Artigue (2002) e de Artigue e Trouche (2021). O estudo de 2002 constitui uma referência seminal ao discutir o papel dos Ambientes de Álgebra Computacional (CAS) na aprendizagem matemática, oferecendo um quadro conceitual para compreender a mediação tecnológica como instrumento de reorganização do pensamento e da prática pedagógica. Esse artigo, amplamente citado, demonstra como as tecnologias, quando integradas de forma crítica, podem enriquecer a atividade cognitiva e favorecer o desenvolvimento conceitual. Já o artigo de 2021 revisita essa tradição à luz das transformações digitais mais recentes, reforçando que o ensino mediado por tecnologias

não pode ser reduzido a uma dimensão instrumental, mas deve ser entendido como processo dialético que articula saberes técnicos e conceituais. Esses dois trabalhos são fundamentais porque oferecem bases teóricas consolidadas que sustentam a discussão atual sobre a integração de tecnologias digitais à prática pedagógica.

O segundo eixo, voltado à inovação didática, é representado por dois estudos. O primeiro (2021) enfatiza o uso de jogos sérios no ensino médio europeu, reforçando o potencial dessas metodologias para ampliar o engajamento, a motivação e a aprendizagem significativa. Essa proposta conecta-se a uma linha de pesquisa que busca aproximar os conteúdos escolares das experiências cotidianas dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem ativa e interativa. Já o estudo de 2024 apresenta um avanço ainda mais disruptivo ao propor o uso do ChatGPT como recurso para personalização dinâmica do ensino. Ao trazer a inteligência artificial generativa para o debate, os autores apontam para uma transformação paradigmática na forma como o conhecimento pode ser mediado, sugerindo que o futuro da educação passará por práticas altamente adaptativas, centradas nas necessidades individuais dos alunos. Esse eixo mostra, portanto, a vitalidade das investigações que buscam articular inovação metodológica e recursos tecnológicos de ponta, com implicações diretas para a redefinição do papel do professor e para o desenho de currículos mais responsivos.

O terceiro eixo refere-se à atenção aos aspectos cognitivos e ergonômicos do processo educacional, representado pelos trabalhos de Krylova (2023) e de Moudettir, Ouhrir e Lotfi (2025). O estudo de Krylova explora as relações entre estudantes e estruturas de informação educacional, apontando como a organização dos conteúdos pode facilitar ou dificultar a compreensão e o processamento cognitivo. Essa abordagem destaca a importância de considerar a ergonomia cognitiva como elemento estratégico para o planejamento didático. Já a pesquisa de 2025 propõe um modelo de avaliação ergonômica aplicado à educação física, expandindo o debate para áreas específicas e mostrando que a ergonomia cognitiva não se restringe ao ensino de conteúdos abstratos, mas também pode ser aplicada a práticas corporais e pedagógicas. Ambos os estudos demonstram que a ergonomia cognitiva é um campo promissor, ainda pouco explorado,



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

mas com alto potencial de impacto para a melhoria da experiência educacional e para a promoção do bem-estar dos estudantes.

De maneira geral, a distribuição dos artigos entre os três eixos revela um campo em processo de amadurecimento e diversificação. Os estudos mais antigos consolidam referenciais teóricos que permanecem relevantes, ao passo que os trabalhos recentes trazem novas perspectivas, dialogando com a incorporação de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial. Além disso, os artigos voltados à ergonomia cognitiva evidenciam a necessidade de aprofundar investigações sobre carga cognitiva, usabilidade de ferramentas educacionais e adequação pedagógica, aspectos fundamentais para garantir ambientes de aprendizagem eficazes e sustentáveis.

Essa configuração sugere que a ergonomia cognitiva aplicada à educação se encontra em um momento de transição paradigmática, no qual coexistem fundamentos clássicos e frentes emergentes de investigação. Embora o portfólio revele avanços significativos, também aponta para lacunas importantes, como a escassez de estudos empíricos de longa duração e a necessidade de maior diversidade de contextos de aplicação. Ao mesmo tempo, abre-se espaço para novas pesquisas que explorem a integração da inteligência artificial em processos educativos, a análise comparativa de diferentes metodologias ergonômicas e a relação entre inovação tecnológica e bem-estar dos estudantes.

Portanto, os resultados apontam que o portfólio reúne publicações que equilibram tradição e inovação. De um lado, conta com artigos de grande impacto histórico, como o de Artigue (2002), que oferecem bases teóricas consolidadas; de outro, incorpora estudos recentes que refletem tendências emergentes, sobretudo relacionadas ao uso de inteligência artificial e à ergonomia cognitiva. Essa composição torna o portfólio representativo do estado atual da literatura e indica caminhos promissores para o desenvolvimento de futuras investigações no campo da educação mediada por tecnologia.

Em síntese, os estudos analisados sugerem que a ergonomia cognitiva aplicada à educação se encontra em um momento de transição paradigmática: de um lado, preserva



vínculos com referenciais clássicos da didática da matemática e da mediação tecnológica; de outro, incorpora novos temas relacionados à inteligência artificial e à avaliação ergonômica de ferramentas digitais. Essa configuração aponta para a necessidade de estudos longitudinais e revisões sistemáticas que acompanhem a evolução dessas tendências, bem como de pesquisas empíricas que testem o impacto real de tais inovações nos processos de aprendizagem.

Do ponto de vista prático, os achados indicam que docentes e gestores educacionais podem se beneficiar da incorporação criteriosa de tecnologias digitais e da consideração dos princípios da ergonomia cognitiva no desenho de ambientes de ensino, favorecendo tanto a eficácia pedagógica quanto o bem-estar dos estudantes. Já no campo científico, abre-se uma agenda de pesquisa futura voltada à exploração de metodologias ativas mediadas por IA, ao estudo da carga cognitiva em contextos digitais e à análise comparativa de diferentes abordagens ergonômicas aplicadas à educação, consolidando assim um campo interdisciplinar em plena expansão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu mapear a produção científica sobre ergonomia cognitiva no ensino, evidenciando tanto referenciais consolidados quanto tendências emergentes. A análise do portfólio revelou lacunas importantes que sustentam a proposição de novas perguntas de pesquisa como propõe o ProknowC. Assim, sugere-se que futuros estudos busquem responder a questões como: a) quais os impactos da inteligência artificial generativa no processo de ensino-aprendizagem e na carga cognitiva dos estudantes; b) de que forma a ergonomia cognitiva pode apoiar o desenvolvimento de metodologias ativas mais inclusivas; c) quais estratégias ergonômicas contribuem para reduzir a sobrecarga cognitiva em ambientes híbridos e digitais; e d) como medir de forma integrada desempenho acadêmico, bem-estar e engajamento em contextos educacionais mediados por tecnologia.



REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.

ARTIGUE, M. Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 7, n. 3, p. 245-274, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1022103903080>.

ARTIGUE, M.; TROUCHE, L. Revisiting the French didactic tradition through technological lenses. **Mathematics**, v. 9, n. 3, p. 229-245, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/math9030229>.

BARBIERI, G. G.; BARBIERI, R.; CAPONE, R. Serious games in high school mathematics lessons: An embedded case study in Europe. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 17, n. 9, em2003, 2021. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/11045>.

BARCELOS, Andrya Barbosa. **Identificação do sofrimento mental em estudantes do curso técnico em enfermagem**. 2020.41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enfermagem) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

BORNMANN, L.; DANIEL, H. D. What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. **Journal of Documentation**, v. 64, n. 1, p. 45-80, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1108/00220410810844150>.

DUTRA, A.; RIPOLL-FELIU, V. M.; FILLOL, A. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 2, p. 243-269, 2015.

FALZON, Pierre; MOLLO, Vanina. Para uma ergonomia construtiva: as condições para um trabalho capacitante. **Laboreal**, v. 5, n. N°1, 2009.

FERREIRA, Gabriela Rossi; CUNHA, Renata Ludimila Reis; ASSUNÇÃO, Cláudia Barbosa. Percepção Dos Alunos De Uma Faculdade Privada De Minas Gerais Quanto Aos Transtornos Mentais E Seus Recursos Terapêuticos. **NBC-Periódico Científico do Núcleo de Biociências**, v. 10, n. 19, 2020.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

GAMEIRO, Nathália. Depressão, ansiedade e estresse aumentam durante a pandemia. **Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)**, 2020.

GEE, J. P. **Teaching, learning, literacy in our high-risk high-tech world: A framework for becoming human**. New York: Teachers College Press, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. [s.l.] Bookman, 1998.

HOLMES, W.; PORAYSKA-POMSTA, K.; HOLMÉN, J. Artificial intelligence in education. **Review of Education**, v. 10, n. 1, e3317, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/rev3.3317>.

HUIZENGA, J.; ADMIRAAL, W.; TEN DAM, G.; VOOGT, J. Mobile game-based learning in secondary education: Engagement, motivation and learning in a mobile city game. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 35, n. 1, p. 72-84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcal.12306>.

IUDÍCIBUS, S. de. **Teoria da contabilidade**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

JAUHIAINEN, J. S.; GARAGORRY GUERRA, A. Generative AI and education: Dynamic personalization of pupils' school learning material with ChatGPT. **Frontiers in Education**, v. 9, 1334567, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1334567>.

KIRSH, D. A few thoughts on cognitive overload. **Intellectica**, v. 30, n. 1, p. 19-51, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3406/intel.2010.1151>.

KRYLOVA, N. N. Cognitive ergonomics in educational systems: Specific relationships of the “student–educational information” structure. **Ergodesign**, v. 3, n. 1, p. 45-59, 2023.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. A performance measurement framework in portfolio management: A constructivist case. **Management Decision**, v. 50, n. 4, p. 657-682, 2012.

LIMA, Francisco Paula Antunes. A formação em ergonomia: reflexões sobre algumas experiências de ensino da metodologia de análise ergonômica do trabalho. **Trabalho–educação–saúde: um mosaico em múltiplos tons**. Fundacentro, São Paulo, p. 133-148, 2001

LUCKIN, R. **Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century**. London: UCL IOE Press, 2018.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

MARCZEWSKI, G. **Ergonomia cognitiva no ensino superior: Carga mental e qualidade de vida de estudantes de Engenharia de Produção da UFSM durante a pandemia da Covid-19.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MOUDETTIR, Y.; OUHRIR, S.; LOTFI, S. Enhancing cognitive ergonomics and pedagogical quality: A comprehensive evaluation framework for technological pedagogical tools in physical education. **Cuestiones de Fisioterapia**, v. 54, n. 2, p. 120-135, 2025.

PRICE, D. J. S. **Little science, big science... and beyond.** New York: Columbia University Press, 1976.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSA, F. S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Construção de conhecimento sobre avaliação de desempenho organizacional: uma investigação nas pesquisas científicas internacionais. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 556-580, 2010.

SILVA, M.; CAMPOS, A.; FERNANDES, R. Ergonomia cognitiva: Fundamentos e aplicações. **Revista Brasileira de Ergonomia**, v. 14, n. 2, p. 55-70, 2021.

SWELLER, J.; AYRES, P.; KALYUGA, S. **Cognitive load theory.** 2. ed. New York: Springer, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7138-8>.

TASCA, J. E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ALVES, M. B. M. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. **Journal of European Industrial Training**, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010.

URDANETA, A.; RIVERA, J.; PEÑA, R. Ergonomía cognitiva en gestores universitarios: Percepciones y desafíos en la educación superior. **Revista Latinoamericana de Ergonomía**, v. 6, n. 1, p. 22-34, 2020.

WAICZYK, C.; ENSSLIN, L. Avaliação de desempenho de programas de pós-graduação: uma análise das publicações internacionais. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 14, n. 6, p. 206-235, 2013