



Psikologi Kognitif dalam Pembelajaran Matematika Modern untuk Mengatasi *Math Anxiety* dan Meningkatkan Kreativitas Numerik Generasi Digital

Adji Seputro^{1*}, Ahmad Dwi Nurdiyanto²

¹⁻² Institut Teknologi dan Bisnis Semarang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: adji_seputro@itbsemarang.ac.id

Abstract. *Mathematics anxiety has long been recognized as a barrier to student achievement, particularly in an era where digital technologies are reshaping education. This study aims to investigate the role of cognitive psychology in modern mathematics learning as a means of reducing math anxiety and enhancing numerical creativity among digital generation learners. Employing an experimental classroom design informed by neuroeducation principles, the research explored how interventions rooted in cognitive regulation, emotional control, and cognitive load management influence student outcomes. Data were collected through pre-test and post-test instruments measuring levels of math anxiety and creativity in numerical problem-solving. The findings demonstrate a significant reduction in mathematics anxiety following the implementation of the neuroeducation-based intervention. Simultaneously, students exhibited marked improvements in creative approaches to numerical challenges, indicating that addressing psychological factors is essential to unlocking mathematical potential. These results highlight the importance of integrating cognitive psychology into mathematics instruction, moving beyond procedural learning toward a holistic approach that considers students' emotional and cognitive states. The implications extend to educators, curriculum designers, and policymakers, suggesting that modern mathematics education should balance cognitive development, emotional well-being, and creative problem-solving skills to prepare students for the challenges of a rapidly evolving digital world.*

Keywords: *Cognitive Psychology; Creativity; Digital Generation; Math Anxiety; Neuroeducation.*

Abstrak. Ansietas matematika telah lama diakui sebagai hambatan bagi pencapaian siswa, khususnya di era ketika teknologi digital semakin memengaruhi dunia pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah peran psikologi kognitif dalam pembelajaran matematika modern sebagai sarana untuk mengurangi kecemasan matematika sekaligus meningkatkan kreativitas numerik pada generasi digital. Dengan menggunakan desain eksperimen kelas yang berbasis prinsip neuroedukasi, penelitian ini mengkaji bagaimana intervensi yang menekankan regulasi kognitif, pengendalian emosi, dan pengelolaan beban kognitif dapat memengaruhi hasil belajar siswa. Data dikumpulkan melalui instrumen pra-ujian dan pasca-ujian yang mengukur tingkat kecemasan matematika serta kreativitas dalam pemecahan masalah numerik. Temuan menunjukkan adanya penurunan signifikan dalam kecemasan matematika setelah penerapan intervensi berbasis neuroedukasi. Secara bersamaan, siswa memperlihatkan peningkatan yang jelas dalam pendekatan kreatif terhadap tantangan numerik, yang mengindikasikan bahwa aspek psikologis merupakan faktor penting dalam mengoptimalkan potensi matematis. Hasil ini menegaskan pentingnya integrasi psikologi kognitif dalam pengajaran matematika, dengan pendekatan holistik yang tidak hanya berfokus pada prosedur, tetapi juga pada kondisi emosional dan kognitif siswa. Implikasi penelitian ini meluas pada pendidik, perancang kurikulum, hingga pembuat kebijakan, dengan penekanan bahwa pembelajaran matematika modern harus menyeimbangkan pengembangan kognitif, kesejahteraan emosional, dan keterampilan pemecahan masalah kreatif agar siswa siap menghadapi tantangan dunia digital yang terus berkembang.

Kata kunci: Ansietas Matematika; Generasi Digital; Kreativitas; Neuroedukasi; Psikologi Kognitif.

1. LATAR BELAKANG

Pembelajaran matematika sering menjadi sumber kecemasan bagi banyak siswa, yang dikenal sebagai *math anxiety*. Kecemasan ini dapat menurunkan performa akademik, mendorong perilaku menghindar terhadap tugas matematika, dan bahkan memengaruhi pilihan jalur pendidikan di bidang STEM (Evangelopoulou, Jiménez-Fanjul, & Madrid, 2023; Pizzie & Kraemer, 2023). Siswa dengan tingkat *math anxiety* tinggi cenderung mengalami pikiran

mengganggu yang mempersulit fokus mereka serta kesulitan dalam regulasi emosi (Justicia-Galiano et al., 2016). Kondisi ini menekankan pentingnya strategi pedagogis yang tidak hanya berfokus pada konten matematika, tetapi juga pada aspek kognitif dan emosional siswa.

Psikologi kognitif memberikan wawasan penting tentang bagaimana proses berpikir, perhatian, memori, dan pemecahan masalah berinteraksi dengan keadaan emosional dalam pembelajaran. Penelitian menunjukkan bahwa teknik seperti *cognitive reappraisal* dan *mindfulness* dapat membantu siswa mengelola pengalaman emosional sehingga meningkatkan efisiensi pendidikan dan hasil belajar (Cavanagh, Lang, Birk, Fulwiler, & Urry, 2021; Eysenck & Brysbaert, 2023; Cherukunnath & Singh, 2022; Nikolić, Vrgović, Stanković, & Safran, 2015; Loon & Bell, 2018). Pendekatan ini menjadi dasar bagi pengembangan intervensi kelas yang mendorong penguatan keterampilan metakognitif dan regulasi diri.

Dalam konteks generasi digital Generasi Z dan Alpha tantangan pembelajaran menjadi semakin kompleks. Mereka tumbuh dalam lingkungan yang sarat teknologi, sehingga terbiasa dengan informasi cepat dan interaksi digital, namun terkadang mengalami kesulitan dalam interaksi tatap muka serta menghadapi kesenjangan digital di institusi pendidikan (Leppisaari & Lee, 2012; Höfler, Geier, & Zimmermann, 2016; Garg et al., 2021; Lahuerta-Otero, Cordero-Gutiérrez, & Izquierdo-Álvarez, 2019). Guru memegang peran penting dalam mengatasi masalah ini melalui pelatihan profesional untuk menggunakan teknologi digital, menerapkan pembelajaran adaptif, dan mengintegrasikan media sosial serta *blended learning* dalam kurikulum (Kirste & Holtbrügge, 2019; Efremova & Huseynova, 2023; Ifenthaler et al., 2014).

Pendekatan neuroedukasi juga telah terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi matematika dan keterampilan sosial-emosional siswa melalui program pelatihan guru yang terstruktur (Caballero-Cobos & Llorent, 2022). Integrasi strategi berbasis neuroedukasi, pedagogi adaptif, dan intervensi psikologis menunjukkan bahwa penguatan keterampilan kognitif dan pengelolaan emosi dapat meningkatkan keterlibatan dan performa akademik siswa, terutama di era digital yang menuntut fleksibilitas, kolaborasi internasional, dan pemanfaatan teknologi secara optimal (Meissner & Köbis, 2020).

Dengan demikian, tantangan pembelajaran di abad ke-21 memerlukan pendekatan holistik yang menggabungkan pemahaman kognitif, regulasi emosional, pedagogi berbasis bukti, dan pemanfaatan teknologi digital. Strategi ini tidak hanya menargetkan peningkatan performa akademik, tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan adaptif yang relevan untuk kehidupan dan karier di masa depan.

2. KAJIAN TEORITIS

Psikologi Kognitif

Psikologi kognitif merupakan cabang psikologi yang mempelajari proses mental manusia, termasuk persepsi, memori, pemikiran, dan pemecahan masalah (Kalyuga & Liu, 2015). Dalam konteks pendidikan, psikologi kognitif berfokus pada bagaimana informasi diproses dan disimpan oleh otak, sehingga dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran yang efektif (Hadie et al., 2021). Teori ini menekankan pentingnya memahami kapasitas memori kerja dan mekanisme pengolahan informasi agar desain pembelajaran dapat dioptimalkan.

Cognitive Load Theory (CLT)

Cognitive Load Theory (CLT) dikembangkan untuk menjelaskan bagaimana beban kognitif mempengaruhi kemampuan belajar seseorang (Kirschner, Sweller, Kirschner, & Zambrano, 2018). CLT membagi beban kognitif menjadi tiga jenis: beban intrinsik, ekstraneous, dan germane. Beban intrinsik berkaitan dengan kompleksitas materi, beban ekstraneous muncul dari desain pembelajaran yang tidak efisien, dan beban germane mendukung pemrosesan mendalam dan pembelajaran bermakna (Kalyuga & Liu, 2015; Naismith et al., 2019). Pemahaman CLT penting untuk merancang strategi pembelajaran yang mengurangi beban yang tidak perlu dan meningkatkan efektivitas belajar.

Aplikasi CLT dalam Pembelajaran

Dalam praktiknya, CLT diterapkan pada berbagai desain pembelajaran, termasuk simulasi dan pembelajaran kolaboratif. Desain simulasi yang mempertimbangkan kapasitas memori kerja terbukti meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa (Naismith et al., 2019). Sementara itu, dalam pembelajaran kolaboratif, konsep *collective working memory* dan aktivitas transaktif membantu mengoptimalkan proses belajar kelompok tanpa membebani kognisi individu (Kirschner et al., 2018). Implementasi CLT juga dapat dikombinasikan dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* untuk pembelajaran online yang lebih efektif (Hadie et al., 2021).

Studi terbaru menunjukkan bahwa desain pembelajaran berbasis CLT dapat meningkatkan pemahaman, motivasi, dan keterlibatan kognitif siswa dalam konteks online (Hadie et al., 2021). Penggunaan prinsip-prinsip CLT pada materi multimedia, seperti video dan animasi interaktif, membantu mengurangi beban kognitif yang tidak relevan dan meningkatkan beban germane yang mendukung pemahaman konsep (Kalyuga & Liu, 2015; Naismith et al., 2019). Selain itu, penelitian juga menekankan pentingnya pelatihan guru dalam

memahami prinsip CLT agar strategi pembelajaran dapat diterapkan secara optimal di kelas (Kirschner et al., 2018).

Pengertian dan Penyebab *Math Anxiety*

Math anxiety adalah perasaan takut atau cemas yang muncul saat menghadapi tugas matematika, yang berdampak pada performa akademik dan kesejahteraan mental siswa (Buckley, Reid, Goos, Lipp, & Thomson, 2016; Simões & da Silva, 2022). Faktor penyebabnya beragam, meliputi faktor psikologis, sosial, dan biologis. Pengalaman negatif sebelumnya dengan matematika, seperti kegagalan atau kritik, merupakan faktor psikologis utama (Palacios, Hidalgo, Maroto, & Ortega, 2013). Lingkungan sosial, termasuk tekanan dari guru atau orang tua, juga berkontribusi pada perkembangan *math anxiety* (Buckley et al., 2016; Simões & da Silva, 2022). Secara biologis, *math anxiety* dapat mempengaruhi reaktivitas neuroendokrin, termasuk kadar kortisol dan testosteron, yang terkait dengan stres (Jamieson, Black, Pelaia, & Reis, 2021; Blair & Raver, 2014).

Dampak *Math Anxiety* pada Performa Akademik

Math anxiety berdampak negatif terhadap kinerja akademik, terutama dalam pemecahan masalah dan penggunaan memori kerja (Jamieson et al., 2021; Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni, & Bono, 2013). Siswa dengan *math anxiety* cenderung menghindari tugas matematika dan persiapan ujian, yang memperburuk performa mereka (Stella, 2022; Mendías, Alex, & Espigares, 2022). Dampak jangka panjangnya termasuk berkurangnya minat pada bidang STEM dan pembatasan pilihan karier di masa depan (Núñez-Peña et al., 2013; Mendías et al., 2022).

Pendekatan Neuroedukasi dalam Pembelajaran Matematika

Neuroedukasi menggabungkan ilmu saraf, psikologi, dan pendidikan untuk memahami dan meningkatkan proses belajar (Borst, 2023; Richaud, Filippetti, & Mesurado, 2018). Implementasi strategi neuroedukasi, seperti regulasi emosi dan peningkatan fungsi eksekutif, dapat membantu mengurangi *math anxiety* dan meningkatkan kinerja akademik (Carboni, Maiche, & Valle-Lisboa, 2021; Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023). Intervensi berbasis neuroscience, termasuk stimulasi listrik transkranial (tES) dan neuroimaging, telah terbukti meningkatkan kemampuan numerik dan aritmetika siswa (Schroeder et al., 2017; Plerou & Vlamos, 2016). Selain itu, pendidikan guru yang dilandasi prinsip neuroedukasi dapat meningkatkan kualitas pengajaran dan membantu siswa mengatasi *math anxiety* (Carey, Devine, Hill, & Szucs, 2017; Carboni et al., 2021). Strategi intervensi yang terintegrasi ini menegaskan pentingnya pemahaman neuroedukasi untuk mendukung pembelajaran

matematika yang efektif dan inklusif (Pizzie & Kraemer, 2023; Simões & da Silva, 2022; Justicia-Galiano et al., 2016).

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*quasi-experiment*). Tujuannya adalah menguji efektivitas penerapan prinsip psikologi kognitif dan strategi neuroedukasi dalam mengurangi tingkat kecemasan matematika serta meningkatkan kreativitas numerik pada siswa generasi digital.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah siswa yang mengikuti pembelajaran matematika pada jenjang menengah. Pemilihan subjek dilakukan berdasarkan kriteria adanya variasi tingkat kecemasan matematika dan keterampilan numerik. Jumlah peserta ditentukan sesuai kebutuhan analisis statistik agar hasil penelitian memiliki kekuatan uji yang memadai.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan mencakup kuesioner kecemasan matematika, tes kreativitas numerik, dan lembar observasi keterlibatan belajar. Kuesioner disusun dengan skala Likert untuk mengukur tingkat kecemasan, sedangkan tes numerik dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir divergen dalam menyelesaikan masalah matematika.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap utama. Pertama, tahap pra-ujian dilakukan untuk mengukur tingkat awal kecemasan matematika dan kreativitas numerik. Kedua, tahap perlakuan diberikan melalui penerapan strategi pembelajaran berbasis psikologi kognitif dan prinsip neuroedukasi, yang meliputi pengaturan beban kognitif, latihan regulasi emosi, serta aktivitas simulasi berbasis teknologi. Ketiga, tahap pasca-ujian dilakukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi setelah perlakuan.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pra-ujian dan pasca-ujian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan kelayakan data. Jika data memenuhi asumsi, analisis statistik parametrik digunakan, salah satunya uji *t* independen dan uji *t* berpasangan untuk mengukur perbedaan signifikan.

Rumus uji t berpasangan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D/\sqrt{n}}$$

dengan \bar{D} adalah rata-rata selisih skor pra-ujian dan pasca-ujian, S_D adalah simpangan baku dari selisih, dan n adalah jumlah sampel.

Selain itu, untuk mengukur reliabilitas instrumen digunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan rumus:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

dengan k adalah jumlah item, σ_i^2 adalah varians tiap item, dan σ_t^2 adalah varians total.

Interpretasi hasil dilakukan dengan melihat signifikansi perbedaan skor serta peningkatan efektivitas pembelajaran dalam menurunkan kecemasan matematika dan meningkatkan kreativitas numerik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

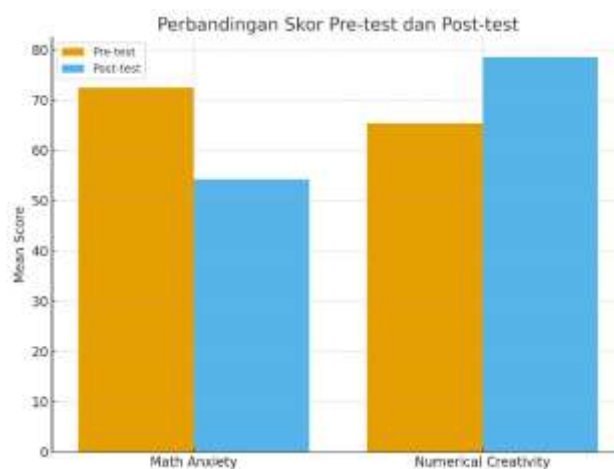
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pendekatan psikologi kognitif berbasis neuroedukasi terhadap penurunan kecemasan matematika (*math anxiety*) dan peningkatan kreativitas numerik siswa generasi digital. Data dikumpulkan melalui pre-test dan post-test pada satu kelas eksperimen dengan jumlah partisipan sebanyak 30 siswa. Tabel berikut menampilkan hasil pengukuran rata-rata dan standar deviasi untuk skor kecemasan matematika dan kreativitas numerik sebelum dan sesudah intervensi.

Tabel 1. Hasil Analisis Pre-test dan Post-test.

Aspek	Pre-test Mean	Pre-test SD	Post-test Mean	Post-test SD
Math Anxiety	72.5	8.7	54.3	7.2
Numerical Creativity	65.4	7.9	78.6	6.8

Berdasarkan Tabel 1, terlihat adanya penurunan signifikan pada skor rata-rata kecemasan matematika dari 72,5 menjadi 54,3, dengan penyebaran data yang lebih terkonsentrasi (SD turun dari 8,7 menjadi 7,2). Sebaliknya, skor kreativitas numerik menunjukkan peningkatan yang cukup besar, dari rata-rata 65,4 menjadi 78,6, juga dengan variabilitas yang lebih rendah (SD dari 7,9 menjadi 6,8). Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi tidak hanya efektif mengurangi kecemasan, tetapi juga mendorong konsistensi peningkatan kreativitas di antara siswa.

Untuk memperjelas dinamika perubahan skor, data ditampilkan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 1:



Gambar 1. Perbandingan Skor Pre-test dan Post-test pada Aspek Math Anxiety dan Numerical Creativity.

Gambar 1 menunjukkan pola perbedaan yang lebih jelas antara kondisi pra dan pasca intervensi. Terlihat bahwa skor *math anxiety* mengalami penurunan yang cukup tajam, sedangkan skor kreativitas numerik meningkat signifikan setelah perlakuan. Visualisasi ini menegaskan efektivitas pendekatan psikologi kognitif dalam mengurangi hambatan emosional dan sekaligus meningkatkan potensi kognitif siswa dalam pembelajaran matematika modern.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan psikologi kognitif berbasis neuroedukasi mampu menurunkan tingkat *math anxiety* secara signifikan sekaligus meningkatkan kreativitas numerik siswa. Penurunan rata-rata skor kecemasan dari 72,5 menjadi 54,3 mengindikasikan bahwa intervensi berhasil mereduksi hambatan emosional yang selama ini mengganggu proses berpikir matematis. Hal ini sejalan dengan teori bahwa beban afektif yang berlebihan dapat mengganggu kapasitas memori kerja dalam menyelesaikan masalah numerik. Dengan berkurangnya kecemasan, kapasitas kognitif siswa menjadi lebih optimal dalam memproses informasi.

Peningkatan kreativitas numerik dari 65,4 menjadi 78,6 menunjukkan bahwa siswa tidak hanya lebih percaya diri menghadapi persoalan matematika, tetapi juga lebih mampu menghasilkan solusi yang bervariasi dan inovatif. Temuan ini menguatkan asumsi bahwa kondisi psikologis yang lebih stabil mendorong munculnya eksplorasi ide dan fleksibilitas berpikir. Visualisasi pada Gambar 1 memperjelas bahwa kecenderungan penurunan kecemasan

berjalan paralel dengan peningkatan kreativitas, sehingga dapat dipahami bahwa kedua aspek tersebut saling berkaitan erat.

Secara teoritis, temuan ini mendukung pandangan psikologi kognitif yang menekankan peran regulasi emosi dan pengelolaan beban kognitif dalam pembelajaran. Pendekatan neuroedukasi yang digunakan dalam penelitian ini membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih adaptif, sehingga siswa tidak hanya menghafal prosedur, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dengan demikian, hasil penelitian memberikan bukti bahwa intervensi berbasis psikologi kognitif memiliki relevansi kuat untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika modern, terutama bagi generasi digital yang cenderung lebih responsif terhadap pendekatan inovatif dan berbasis teknologi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan psikologi kognitif dengan basis neuroedukasi efektif dalam mengatasi *math anxiety* sekaligus meningkatkan kreativitas numerik siswa generasi digital. Data pre-test dan post-test menunjukkan penurunan signifikan pada kecemasan matematika, disertai peningkatan yang konsisten pada kreativitas numerik. Hal ini menegaskan bahwa pembelajaran matematika modern tidak cukup hanya menekankan aspek prosedural, tetapi juga perlu memperhatikan kondisi psikologis siswa agar potensi kognitif dapat berkembang secara optimal. Dengan demikian, penerapan prinsip psikologi kognitif dalam pembelajaran matematika dapat menjadi strategi yang relevan dan aplikatif di era pendidikan digital.

Saran

Pertama, pendidik disarankan untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip psikologi kognitif dalam desain pembelajaran matematika, misalnya melalui penggunaan strategi regulasi emosi, pengurangan beban kognitif, dan penerapan metode neuroedukasi. Kedua, lembaga pendidikan perlu memberikan pelatihan khusus bagi guru agar lebih terampil dalam mengenali gejala *math anxiety* serta mengembangkan kreativitas numerik siswa. Ketiga, penelitian lanjutan dianjurkan untuk memperluas jumlah sampel dan membandingkan hasil dengan kelas kontrol, sehingga generalisasi temuan menjadi lebih kuat. Terakhir, pemanfaatan teknologi digital berbasis interaktif dapat dieksplorasi lebih jauh untuk mendukung terciptanya lingkungan belajar matematika yang menyenangkan, menantang, dan bebas kecemasan.

DAFTAR REFERENSI

- Blair, C., & Raver, C. C. (2014). Closing the achievement gap through modification of neurocognitive and neuroendocrine function: Results from a cluster randomized controlled trial of an innovative approach to the education of children in kindergarten. *PLoS ONE*, 9(11), e112393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112393>
- Borst, G. (2023). Neuroeducation _LaPsyDÉ (UMR CNRS 8240) [La Neuroéducation - LaPsyDÉ (UMR CNRS 8240)]. *Année Psychologique*, 123(2), 387–392. <https://doi.org/10.3917/anpsy1.232.0387>
- Buckley, S., Reid, K., Goos, M., Lipp, O. V., & Thomson, S. (2016). Understanding and addressing mathematics anxiety using perspectives from education, psychology and neuroscience. *Australian Journal of Education*, 60(2), 157–170. <https://doi.org/10.1177/0004944116653000>
- Caballero-Cobos, M., & Llorent, V. J. (2022). Teacher training on neuroeducation for improving reading, mathematical, social, emotional and moral competencies of secondary school students: A two-year quasi-experimental study. *Revista de Psicodidáctica*, 27(2), 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2022.04.001>
- Carboni, A., Maiche, A., & Valle-Lisboa, J. C. (2021). Teaching the science in neuroscience to protect from neuromyths: From courses to fieldwork. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 718399. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.718399>
- Carey, E., Devine, A., Hill, F., & Szucs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PLoS ONE*, 12(3), e0174418. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174418>
- Cavanagh, S. R., Lang, J. M., Birk, J. L., Fulwiler, C. E., & Urry, H. L. (2021). A multicourse, multisection investigation of the impact of cognitive reappraisal and mindfulness instruction on short- and long-term learning in the college classroom. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 7(1), 14–38. <https://doi.org/10.1037/stl0000174>
- Cherukunnath, D., & Singh, A. P. (2022). Exploring cognitive processes of knowledge acquisition to upgrade academic practices. *Frontiers in Psychology*, 13, 682628. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.682628>
- Efremova, N., & Huseynova, A. (2023). Digital pedagogy: Opportunities and challenges of learning in the information environment. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 574, pp. 283–292). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21432-5_29
- Evangelopoulou, M., Jiménez-Fanjul, N., & Jose Madrid, M. (2023). Classroom-based mathematics anxiety among students in Greek secondary education: A perspective from math teachers. *Operations Research Forum*, 4(4), 74. <https://doi.org/10.1007/s43069-023-00253-0>
- Eysenck, M. W., & Brysbaert, M. (2023). *Fundamentals of cognition* (pp. 1–624). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003384694>
- Garg, D., Patel, R., Patel, R., Kaka, B., Goel, P., & Patel, B. (2021). Digital learning: A new perception to learn beyond the classroom boundary. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 195, pp. 517–527). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7078-0_50
- Hadie, S. N. H., Tan, V. P. S., Omar, N., Nik Mohd Alwi, N. A., Lim, H. L., & Ku Marsilla, K. I. (2021). COVID-19 disruptions in health professional education: Use of cognitive

- load theory on students' comprehension, cognitive load, engagement, and motivation. *Frontiers in Medicine*, 8, 739238. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.739238>
- Höfler, E., Geier, G., & Zimmermann, C. (2016). How to design a mathematical learning app suitable for children: The myth of digital natives. In *Digital Tools for Seamless Learning* (pp. 160–178). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1692-7.ch008>
- Ifenthaler, D., Adcock, A. B., Erlandson, B. E., Gosper, M., Greiff, S., & Pirnay-Dummer, P. (2014). Challenges for education in a connected world: Digital learning, data rich environments, and computer-based assessment. *Technology, Knowledge and Learning*, 19(1–2), 121–126. <https://doi.org/10.1007/s10758-014-9228-2>
- Jamieson, J. P., Black, A. E., Pelaia, L. E., & Reis, H. T. (2021). The impact of mathematics anxiety on stress appraisals, neuroendocrine responses, and academic performance in a community college sample. *Journal of Educational Psychology*, 113(6), 1164–1176. <https://doi.org/10.1037/edu0000636>
- Justicia-Galiano, M.-J., Pelegrina, S., Lechuga, M.-T., Gutiérrez-Palma, N., Martín-Puga, E.-M., & Lendínez, C. (2016). Math anxiety and its relationship to inhibitory abilities and perceived emotional intelligence. *Anales de Psicología*, 32(1), 125–131. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.1.194891>
- Kalyuga, S., & Liu, T.-C. (2015). Managing cognitive load in technology-based learning environments. *Educational Technology and Society*, 18(4), 1–8.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., & Zambrano, J. R. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9277-y>
- Kirste, L., & Holtbrügge, D. (2019). Experiential learning in the digital context: An experimental study of online cultural intelligence training. *Journal of Teaching in International Business*, 30(2), 147–174. <https://doi.org/10.1080/08975930.2019.1663775>
- Lahuerta-Otero, E., Cordero-Gutiérrez, R., & Izquierdo-Álvarez, V. (2019). Using social media to enhance learning and motivate students in the higher education classroom. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 1011, pp. 351–361). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_30
- Leppisaari, I., & Lee, O. (2012). Modelling digital natives' international collaboration: Finnish-Korean experiences of environmental education. *Educational Technology and Society*, 15(2), 244–256.
- Loon, M., & Bell, R. (2018). The moderating effects of emotions on cognitive skills. *Journal of Further and Higher Education*, 42(5), 694–707. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1311992>
- Meissner, R., & Köbis, L. (2020). Annotated knowledge graphs for teaching in higher education: Supporting mentors and mentees by digital systems. In *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 12128, pp. 551–555). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50578-3_43
- Mendías, J. S., Alex, I. S., & Espigares, A. M. (2022). Mathematics anxiety, achievement, and university preparatory studies of teachers in training. *PNA*, 16(2), 115–140. <https://doi.org/10.30827/pna.v16i2.21703>

- Naismith, L. M., Cheung, J. J. H., Sibbald, M., Tavares, W., Cavalcanti, R. B., & Haji, F. A. (2019). Using cognitive load theory to optimize simulation design. In *Clinical Simulation: Education, Operations and Engineering* (pp. 129–141). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815657-5.00010-3>
- Nikolić, S. T., Vrgović, P., Stanković, J., & Safranji, J. (2015). Students' emotional state and educational efficiency: Temptations of modern education. *New Educational Review*, 39(1), 153–164. <https://doi.org/10.15804/ner.2015.39.1.13>
- Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., & Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, 58, 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004>
- Palacios, A., Hidalgo, S., Maroto, A., & Ortega, T. (2013). Causes and consequences of mathematics anxiety: A structural equation model. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 93–111. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.891>
- Peregrina Nievas, P., & Gallardo-Montes, C. D. P. (2023). The neuroeducation training of students in the degrees of early childhood and primary education: A content analysis of public universities in Andalusia. *Education Sciences*, 13(10), 1006. <https://doi.org/10.3390/educsci13101006>
- Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. M. (2023). Strategies for remediating the impact of math anxiety on high school math performance. *npj Science of Learning*, 8(1), 44. <https://doi.org/10.1038/s41539-023-00188-5>
- Plerou, A., & Vlamos, P. (2016). Evaluation of mathematical cognitive functions with the use of EEG brain imaging. In *Special and Gifted Education: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 2165–2186). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0034-6.ch094>
- Richaud, M. C., Filippetti, V. A., & Mesurado, B. (2018). Bridging cognitive, affective, and social neuroscience with education. In *Psychiatry and Neuroscience Update* (Vol. III, pp. 287–297). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95360-1_23
- Schroeder, P. A., Dresler, T., Bahnmueller, J., Artemenko, C., Cohen Kadosh, R., & Nuerk, H.-C. (2017). Cognitive enhancement of numerical and arithmetic capabilities: A mini-review of available transcranial electric stimulation studies. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(1), 39–47. <https://doi.org/10.1007/s41465-016-0006-z>
- Simões, I., & da Silva, J. T. (2022). Maths anxiety: An overview of its origins, impact, and possible interventions. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 9(1), 19–38. <https://doi.org/10.17979/reipe.2022.9.1.8691>
- Stella, M. (2022). Network psychometrics and cognitive network science open new ways for understanding math anxiety as a complex system. *Journal of Complex Networks*, 10(3), cnac022. <https://doi.org/10.1093/comnet/cnac022>