



## **Investigasi Bibliometrik Lima Tahun tentang Integrasi Realitas Virtual–Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan Fisika: Tren, Tantangan, dan Peluang**

**Siti Sarah, Vandan Wiliyanti\*, Ani Septiani**

Fakultas Tabiyah dan Keguruan, Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Raden Intan Lampung,  
Lampung, Indonesia

\* *corresponding author: vandanwiliyanti@radenintan.ac.id*

*Received: February 12, 2025*

*Accepted: March 12, 2025*

*Online Published: April 2, 2025*

**Abstrak :** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis bibliometrik mengenai penerapan Virtual Reality (VR) dan Kecerdasan Buatan (AI) dalam pendidikan fisika selama lima tahun terakhir (2021–2025). Data dikumpulkan dari basis data Scopus menggunakan kata kunci “Integrasi VR–AI dalam Pendidikan Fisika”, yang menghasilkan 130 artikel relevan. Data dievaluasi menggunakan perangkat lunak RStudio dan VOSviewer untuk mengidentifikasi pola dalam publikasi, penulis, sumber, kata kunci, dan jaringan kerja sama penelitian. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi mulai tahun 2023, mencapai puncaknya pada 2025, yang mencerminkan minat global yang semakin besar terhadap topik ini. Sebagian besar publikasi berasal dari acara dan jurnal ilmu komputer, terutama Lecture Notes in Computer Science (LNCS), yang menandakan dominasi metode teknis dalam penelitian. Analisis kata kunci mengidentifikasi tiga kluster utama: karakteristik teknis (machine learning, deep learning, algoritma), ekosistem digital (dunia virtual, IoT, big data), dan faktor pedagogis (siswa, pelatihan, pendidikan fisika). Temuan ini mengonfirmasi pergeseran menuju pembelajaran adaptif imersif, menyoroti tantangan dalam pengembangan algoritma, infrastruktur, dan penilaian pedagogis, sambil sekaligus membuka peluang penelitian dalam pembuatan laboratorium fisika virtual, model AI yang dipersonalisasi, dan kurikulum terintegrasi VR-AI yang inovatif.

**Kata Kunci:** Virtual Reality, Artificial Intelligence, Bibliometrik, Pendidikan Fisika, Tren Penelitian

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi digital dalam pendidikan menunjukkan peran penting Virtual Reality (VR) dan Kecerdasan Buatan (AI) dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif, imersif, dan adaptif (Rojas-Sánchez et al., 2023). VR memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengalami laboratorium fisika virtual dengan visualisasi yang realistis, aman, dan interaktif. Di sisi lain, AI bertindak sebagai tutor adaptif yang dapat memberikan umpan balik personal, memprediksi kesulitan belajar, dan

merekomendasikan strategi belajar yang sesuai. Kombinasi kedua elemen ini menciptakan potensi signifikan di bidang pendidikan fisika, terutama dalam menangani konsep abstrak dan eksperimen yang berisiko tinggi dan mahal. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa jumlah publikasi terkait VR dan AI dalam konteks pendidikan telah meningkat secara signifikan sejak 2019 (Yang et al., 2024). Banyak studi menekankan potensi kedua teknologi ini dalam meningkatkan aksesibilitas dan personalisasi dalam pembelajaran sains, terutama fisika (Wang et al., 2024).

Namun, terdapat dominasi yang jelas dalam literatur yang mengkaji VR atau AI secara terpisah, dibandingkan dengan penelitian yang secara khusus menyoroti integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika (Villada Castillo et al., 2025). Studi bibliometrik memainkan peran krusial dalam memetakan tren publikasi, mengidentifikasi aktor kunci seperti penulis, institusi, dan negara, serta menganalisis jaringan kolaborasi akademik dan tema penelitian dominan. Analisis semacam ini diperlukan untuk memahami tantangan dan peluang dalam implementasi integrasi VR–AI dalam fisika (Zhang & Wang, 2021). Oleh karena itu, penelitian bibliometrik dalam lima tahun terakhir (2021–2025) dapat memberikan analisis mendalam tentang tren penelitian, area kolaborasi, dan rekomendasi kebijakan yang tepat untuk pengembangan pendidikan fisika di masa depan (Shafiq et al., 2025).

Pertanyaan utama yang menjadi fokus penelitian ini adalah bagaimana tren publikasi internasional terkait integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika telah berkembang dari tahun 2019 hingga 2025, tema dan metode dominan dalam penelitian ini, sejauh mana jaringan kolaborasi global telah terbentuk, serta tantangan teknis, pedagogis, dan etis yang muncul dalam implementasinya (Samala et al., 2025). Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi bidang penelitian yang belum mendapat banyak perhatian, sehingga dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut di masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan analisis bibliometrik mendalam tentang integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika, dengan fokus pada publikasi dari tahun 2021 hingga 2025 (Mallek et al., 2024). Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren dalam publikasi, memetakan penulis, jurnal, institusi, dan negara yang telah memberikan kontribusi signifikan, serta memetakan tema penelitian yang sedang berkembang dan metode yang sering digunakan. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan teknis, pedagogis, dan etis yang muncul dalam penerapan VR–AI, serta memberikan rekomendasi yang dapat mendukung agenda penelitian dan kebijakan pendidikan fisika yang berfokus pada teknologi imersif dan adaptif (Amarulloh & Aswie, 2024).

Studi ini menonjol karena fokusnya yang sangat spesifik, yaitu analisis integrasi VR–AI dalam konteks pendidikan fisika. Sebagian besar studi yang ada cenderung membahas VR atau AI secara umum, atau hanya dalam konteks STEM tanpa menekankan secara khusus pada fisika (Ben-Zion et al., 2025). Periode analisis yang mencakup literatur dari tahun 2021 hingga 2025 memungkinkan penelitian ini untuk mengidentifikasi lonjakan penelitian pasca-pandemi dan perkembangan teknologi terbaru dengan lebih akurat. Pendekatan yang diterapkan menggabungkan analisis bibliometrik kuantitatif dengan studi kualitatif terkait isu-isu pedagogis, etis, dan aksesibilitas. Melalui

pendekatan ini, studi tidak hanya menghasilkan peta publikasi, tetapi juga mengembangkan peta jalan penelitian dan praktik yang lebih applicable untuk pengembangan kurikulum fisika berbasis VR–AI (Lachheb et al., 2025).

Meskipun kemajuan dalam penelitian VR dan AI di bidang pendidikan berkembang dengan cepat, tinjauan literatur terbaru menunjukkan beberapa celah dalam penelitian yang belum banyak dieksplorasi. Studi empiris berskala besar yang secara khusus mengevaluasi efektivitas integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika masih jarang (Suno & Ohno, 2023). Penelitian lintas disiplin menunjukkan kecenderungan fragmentasi akibat kurangnya kolaborasi antara fisikawan, pendidik, insinyur AI, dan desainer VR, sehingga banyak solusi yang dihasilkan tetap parsial. Selain itu, masih terdapat kekurangan standar evaluasi pedagogis yang konsisten untuk menilai efektivitas pembelajaran fisika menggunakan VR–AI, terutama terkait validitas simulasi dan metrik keberhasilan belajar. Aspek etika, bias, dan privasi data dalam penggunaan AI belum mendapat perhatian yang cukup dalam konteks VR pendidikan. Selain itu, penerapan VR-AI lebih banyak diteliti di negara-negara maju dengan infrastruktur yang baik, sementara studi tentang solusi yang lebih terjangkau atau aksesibilitas di negara-negara berkembang masih terbatas (Docter et al., 2024).

## METODE

Metode utama yang digunakan dalam studi ini adalah analisis bibliometrik (Passas, 2024; Ullah et al., 2023). Dalam studi ini, data yang dikumpulkan diperoleh dari Scopus. Proses pengumpulan artikel difokuskan pada periode 2021 hingga 2025. Pengumpulan data untuk artikel ini dilakukan pada tanggal 23 September 2025, dan total 130 dokumen diperoleh. Ke-130 dokumen yang diperoleh merupakan hasil penggunaan kata kunci (Integrasi VR–AI dalam Pendidikan Fisika). Dalam studi ini, aplikasi Rstudio dan VOSViewer digunakan. Rstudio (Dege & Brüggemann, 2024) dan VOSViewer (Orduña-Malea & Costas, 2021; Oyewola & Dada, 2022) digunakan untuk menganalisis tren penelitian tentang multi-representasi dalam pembelajaran fisika. Berikut adalah alur metode pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan:

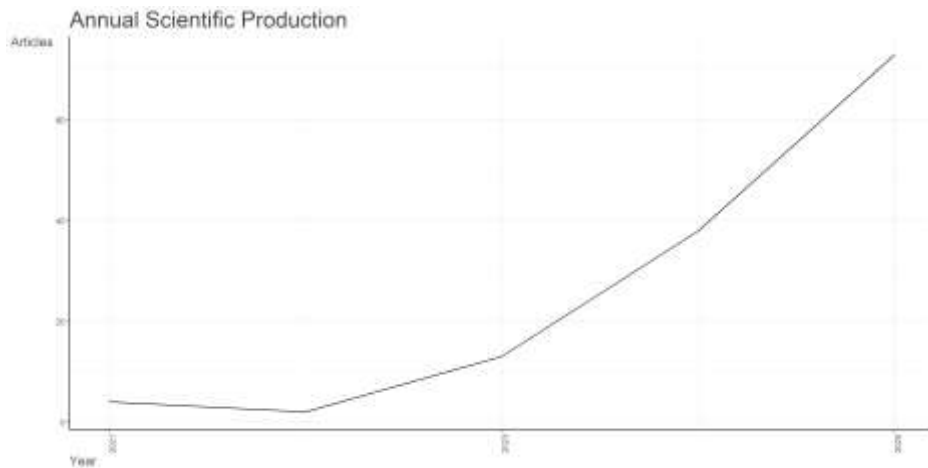


Gambar 1. Alur Pengumpulan dan Pengolahan Data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

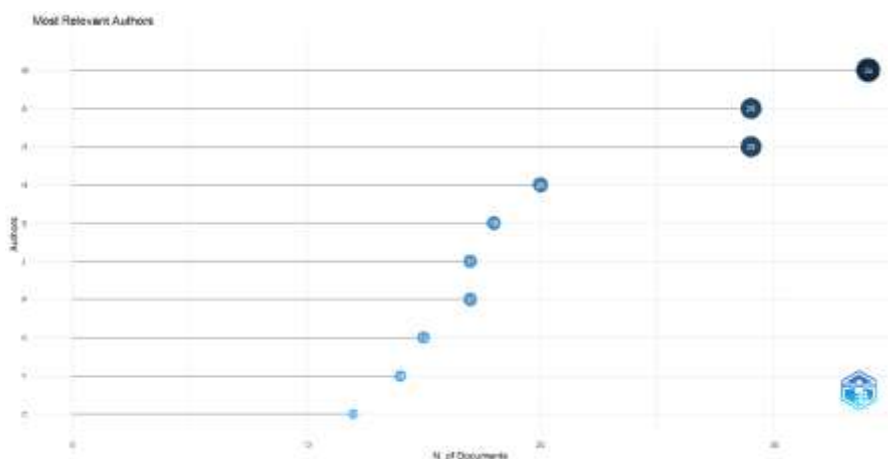
Setelah melakukan pencarian menggunakan kata kunci “Integrasi VR-AI” dan “Pendidikan Fisika” di basis data Scopus untuk periode 2021 hingga 2025, ditemukan 130 dokumen yang relevan. Selain itu, dokumen-dokumen tersebut dianalisis menggunakan perangkat lunak RStudio untuk mendapatkan gambaran yang lebih

komprehensif. Hasil pengolahan data menunjukkan tren penelitian tentang integrasi teknologi realitas virtual dan kecerdasan buatan dalam pembelajaran fisika, yang telah mengalami perkembangan signifikan selama tujuh tahun terakhir. RStudio kemudian memproses data yang diperoleh, mengungkapkan hasil publikasi dari tujuh tahun terakhir.



Gambar 2. Publikasi Sepuluh Tahun Terakhir

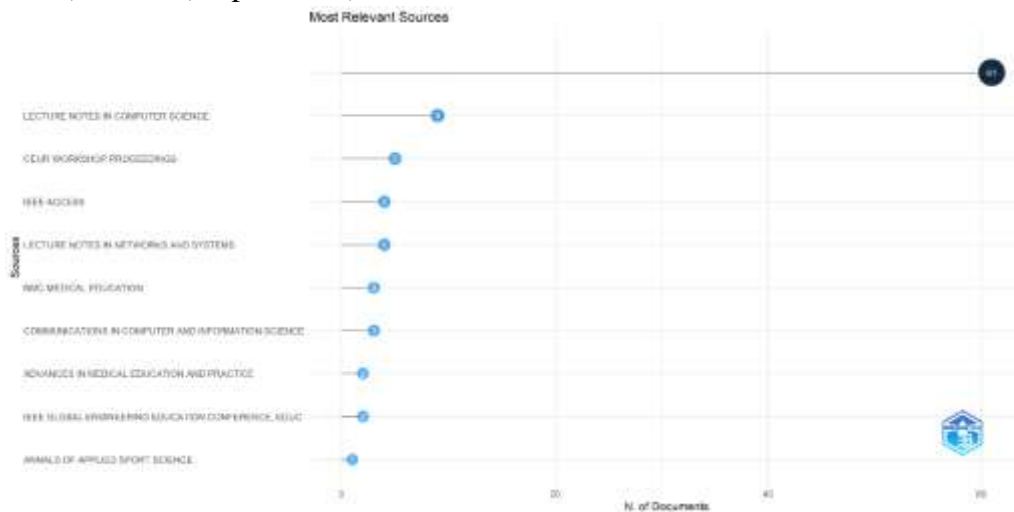
Pada Gambar 2, grafik hasil publikasi tentang integrasi VR dan AI dalam pendidikan Fisika selama beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa jumlah publikasi untuk setiap tahun adalah 2021 (4), 2022 (2), 2023 (12), 2024 (38), dan 2025 (72). Dapat dilihat dengan jelas bahwa jumlah publikasi meningkat setiap tahun, meskipun ada penurunan kecil pada tahun 2022 dengan hanya dua publikasi. Namun, setelah itu, jumlah publikasi meningkat secara signifikan, terutama pada tahun 2024, dan mencapai puncaknya pada tahun 2025 dengan 72 publikasi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi VR-AI dalam pendidikan jasmani semakin mendapat perhatian dari para peneliti dan berkembang menjadi bidang studi yang lebih canggih.



Gambar 3. 10 Penulis Paling Relevan

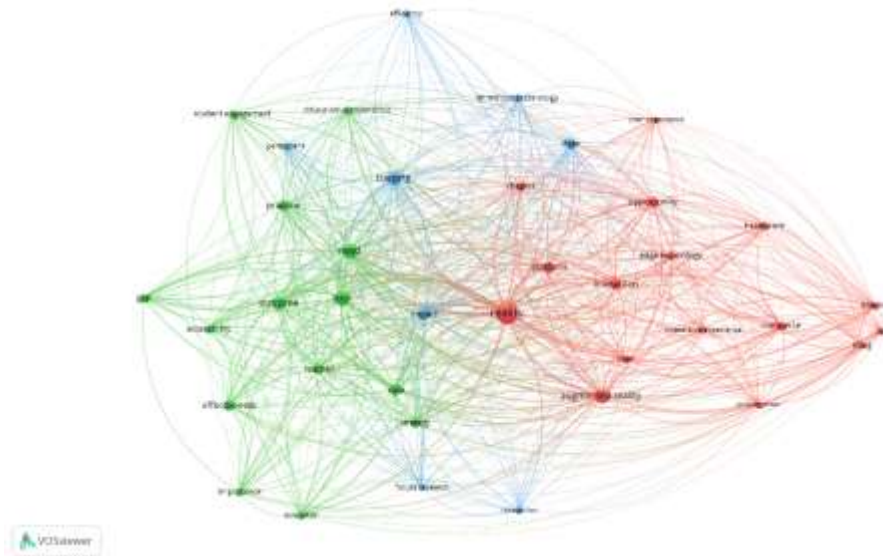
Gambar di atas menunjukkan daftar penulis yang paling relevan berdasarkan

jumlah dokumen yang diterbitkan terkait integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika. Grafik tersebut menunjukkan bahwa penulis dengan inisial M menempati peringkat pertama dengan jumlah publikasi terbanyak, yaitu 34 dokumen. Selanjutnya, penulis dengan inisial A dan R masing-masing memiliki 29 publikasi, diikuti oleh H dengan 20 publikasi, S dengan 18 publikasi, serta J dan P, masing-masing menyumbang 17 publikasi. Penulis lain yang juga cukup produktif adalah K (15 publikasi), Y (14 publikasi), dan C (12 publikasi).



Gambar 4. Sumber yang Paling Relevan

Gambar 4 menunjukkan sepuluh sumber publikasi yang paling sering digunakan dalam penelitian integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika. Grafik menunjukkan bahwa Lecture Notes in Computer Science (LNCS) menduduki posisi dominan dengan jumlah publikasi terbanyak, yaitu 61 dokumen. Sumber berikutnya adalah CEUR Workshop Proceedings dengan 5 dokumen, diikuti oleh IEEE Access dan Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS), masing-masing menyumbang 4 dokumen. Sumber lain yang muncul adalah BMC Medical Education dan Communications in Computer and Information Science (CCIS), masing-masing dengan tiga dokumen. Sementara itu, Advances in Medical Education and Practice dan IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) masing-masing menyumbang 2 dokumen, dan Annals of Applied Sport Science menempati posisi terakhir dengan 1 dokumen.



Gambar 5. Persebaran Kata Kunci

Gambar 5, yang dihasilkan dari studi bibliometrik selama lima tahun terakhir (2021–2025), menunjukkan bahwa penelitian tentang integrasi VR–AI dalam pendidikan fisika dikategorikan ke dalam tiga kluster utama: teknologi, lingkungan digital, dan pedagogi. Kelompok hijau menyoroti unsur-unsur teknis, dengan kata kunci seperti machine learning dan deep learning yang menonjol, yang erat terkait dengan algoritma, penglihatan komputer, dan jaringan saraf, menyoroti pentingnya pengembangan model AI sebagai landasan untuk mengintegrasikan pembelajaran adaptif berbasis VR. Kelompok biru menekankan penerapan teknologi melalui istilah seperti dunia virtual, IoT, big data, robotika, dan arah masa depan, menunjukkan bahwa VR–AI tidak hanya dianggap sebagai inovasi pedagogis tetapi juga sebagai komponen transformasi digital global yang memerlukan infrastruktur, keamanan data, dan integrasi sistem. Kluster merah menyoroti aspek pendidikan, dengan istilah seperti siswa, pelatihan, pendidikan tinggi, pendidikan fisika, dan dampak, yang menunjukkan fokus pada keterlibatan siswa, efektivitas pembelajaran, dan studi kasus penerapan VR-AI dalam fisika.

Hasil ini mengungkap adanya tren yang kuat ke arah pembelajaran imersif adaptif, sekaligus tantangan dalam aspek teknis maupun pedagogis, namun juga membuka peluang besar untuk riset lanjutan, terutama dalam pengembangan laboratorium fisika virtual berbasis IoT, model AI personal, serta kurikulum inovatif yang mampu meningkatkan capaian belajar fisika secara lebih efektif dan inklusif.

## KESIMPULAN

Temuan studi ini menunjukkan bahwa penerapan VR–AI dalam pendidikan fisika telah mengalami pertumbuhan yang signifikan selama lima tahun terakhir, dengan peningkatan yang mencolok dalam jumlah publikasi sejak 2023, mencapai puncaknya pada 2025. Pemetaan sumber publikasi menunjukkan bahwa karya-karya ini sebagian besar diterbitkan di jurnal ilmu komputer dan simposium, menyoroti dominasi

metodologi teknis dalam penelitian. Analisis kata kunci mengidentifikasi tiga kluster utama: aspek teknis terkait pengembangan algoritma kecerdasan buatan, aspek ekosistem digital yang menekankan interaksi antara VR-AI, IoT, dan big data, serta aspek pedagogis yang berkaitan dengan efektivitas pendidikan fisika. Penelitian ini membuktikan bahwa tren global sedang beralih ke pembelajaran imersif adaptif; namun, beberapa hambatan tetap ada, termasuk keterbatasan kerja sama lintas disiplin, ketidakhadiran standar penilaian pedagogis, dan kekhawatiran tentang etika dan privasi data. Sebaliknya, hasil ini menawarkan prospek signifikan untuk pengembangan kurikulum fisika yang didorong oleh teknologi imersif, peningkatan laboratorium virtual, dan penelitian lebih lanjut yang dapat menyatukan inovasi teknis dengan persyaratan pedagogis.

## REFERENSI

- Amarulloh, R. R., & Aswie, V. (2024). Bibliometric Analysis of Virtual Reality in Science Education over the Three Decades (1993-2023). *Science Education International*, 35(3), 270–280. <https://doi.org/10.33828/sei.v35.i3.10>
- Ben-Zion, Y., Zarzecki, R. E., Glazer, J., & Finkelstein, N. D. (2025). Leveraging AI for Rapid Generation of Physics Simulations in Education: Building Your Own Virtual Lab. *The Physics Teacher*, 63(6), 424–427. <https://doi.org/10.1119/5.0252343>
- Dege, D., & Brüggemann, P. (2024). Marketing analytics with RStudio: a software review. In *Journal of Marketing Analytics* (Vol. 12, Issue 2, pp. 465–470). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/s41270-023-00264-0>
- Docter, M. W., de Vries, T. N. D., Nguyen, H. D., & van Keulen, H. (2024). A Proof-of-Concept of an Integrated VR and AI Application to Develop Classroom Management Competencies in Teachers in Training. *Education Sciences*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/educsci14050540>
- Lachheb, A., Leung, J., Abramenska-Lachheb, V., & Sankaranarayanan, R. (2025). AI in higher education: A bibliometric analysis, synthesis, and a critique of research. *Internet and Higher Education*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2025.101021>
- Mallek, F., Mazhar, T., Shah, S. F. A., Ghadi, Y. Y., & Hamam, H. (2024). A review on cultivating effective learning: synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. *PeerJ Computer Science*, 10. <https://doi.org/10.7717/PEERJ-CS.2000>
- Orduña-Malea, E., & Costas, R. (2021). Link-based approach to study scientific software usage: the case of VOSviewer. *Scientometrics*, 126(9), 8153–8186. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04082-y>
- Oyewola, D. O., & Dada, E. G. (2022). Exploring machine learning: a scientometrics approach using bibliometrix and VOSviewer. *SN Applied Sciences*, 4(5). <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05027-7>
- Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia*, 4(2), 1014–1025. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065>
- Rojas-Sánchez, M. A., Palos-Sánchez, P. R., & Folgado-Fernández, J. A. (2023). Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 155–192. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11167-5>
- Samala, A. D., Rawas, S., Rahmadika, S., Criollo-C, S., Fikri, R., & Sandra, R. P. (2025). Virtual reality in education: global trends, challenges, and impacts—game changer

- or passing trend? In *Discover Education* (Vol. 4, Issue 1). Discover. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00650-z>
- Shafiq, M., Sami, M. A., Bano, N., Bano, R., & Rashid, M. (2025). Indus Journal of Social Sciences Artificial Intelligence in Physics Education: Transforming Learning from Primary to University Level. In *Indus Journal of Social Sciences* (Vol. 3, Issue 1). <https://induspublishers.com/IJSS/about>
- Suno, H., & Ohno, N. (2023). Virtual Hydrogen, a virtual reality education tool in physics and chemistry. *Procedia Computer Science*, 225, 2283–2291. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.219>
- Ullah, R., Asghar, I., & Griffiths, M. G. (2023). An Integrated Methodology for Bibliometric Analysis: A Case Study of Internet of Things in Healthcare Applications. *Sensors*, 23(1). <https://doi.org/10.3390/s23010067>
- Villada Castillo, J. F., Bohorquez Santiago, L., & Martínez García, S. (2025). Optimization of Physics Learning Through Immersive Virtual Reality: A Study on the Efficacy of Serious Games. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/app15063405>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. In *Expert Systems with Applications* (Vol. 252). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Yang, C., Zhang, J., Hu, Y., Yang, X., Chen, M., Shan, M., & Li, L. (2024). The impact of virtual reality on practical skills for students in science and engineering education: a meta-analysis. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 11, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00487-2>
- Zhang, W., & Wang, Z. (2021). Theory and practice of vr/ar in k-12 science education—a systematic review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 22). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su132212646>