



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,  
Volumen 8, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5)

# **ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE HABILIDADES EN EL APRENDIZAJE DE FÍSICA EN EL PERIODO 2015-2024**

**BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF PHYSICS SUBJECT SKILLS IN  
LEARNING PERIOD 2015-2024**

**Juan Patricio Aguirre Mateus**  
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

**Marcos Francisco Guerrero Zambrano**  
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

**Luis Javier Aguirre Mateus**  
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

**Leonor Mercedes Sanchez Alvarado**  
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14327](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14327)

## Análisis Bibliométrico de Habilidades en el Aprendizaje de Física en el Periodo 2015-2024

**Juan Patricio Aguirre Mateus<sup>1</sup>**

[jaguirrem1@unemi.edu.ec](mailto:jaguirrem1@unemi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1245-0925>

Universidad Estatal de Milagro  
Ecuador

**Marcos Francisco Guerrero Zambrano**

[mguerreroz@unemi.edu.ec](mailto:mguerreroz@unemi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5617-6836>

Universidad Estatal de Milagro  
Ecuador

**Luis Javier Aguirre Mateus**

[lajuirrem6@unemi.edu.ec](mailto:lajuirrem6@unemi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5770-1014>

Universidad Estatal de Milagro  
Ecuador

**Leonor Mercedes Sanchez Alvarado**

[lsancheza4@unemi.edu.ec](mailto:lsancheza4@unemi.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0008-1549-0440>

Universidad Estatal de Milagro  
Ecuador

### RESUMEN

El enfoque de este artículo es el de investigar el número de trabajos científicos sobre las habilidades en el aprendizaje de la Física en el periodo 2015-2024, a partir de un muestreo de 107 documentos recuperados de SCOPUS. Se analizan el número de, las publicaciones por autoría, los países e institutos donde hay mayor actividad de investigación y los receptores de la formación académica científica en general. Por cuenta del alto volumen de producción científica en el tema, se destacó el caso de Estados Unidos y la University of Colorado Boulder, la revista más influyente, Physical Review Physics Education Research, tiene un mayor volumen de impacto. A su dígito, se estudian los cinco artículos que han recibido mayores citas, abordando la autoorganización en el aprendizaje, e-learning, problemas de evaluación de la solución de problemas, hombres y mujeres en la autoeficacia, laboratorios de Física y desarrollo de habilidades, realidad mixta en la formación docente. Este estudio trata la relación entre el incremento en volumen de las habilidades en la enseñanza de la Física y el empleo de otras tecnologías innovativas que son útiles para el aprendizaje de la Física.

**Palabras Clave:** aprendizaje, habilidades, física, análisis bibliométrico

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [jaguirrem1@unemi.edu.ec](mailto:jaguirrem1@unemi.edu.ec)

# **Bibliometric Analysis of Physics Subject Skills in Learning period 2015-2024**

## **ABSTRACT**

The focus of this article is to investigate the number of scientific works on physics learning skills in the period 2015-2024, based on a sample of 107 documents recovered from SCOPUS. The number of publications by authorship, the countries and institutes where there is greater research activity and the recipients of scientific academic training in general are analyzed. Due to the high volume of scientific production on the subject, the case of the United States and the University of Colorado Boulder stood out, the most influential journal, Physical Review Physics Education Research, has a greater volume of impact. To their digit, the five articles that have received the most citations are studied, addressing self-organization in learning, e-learning, problem-solving evaluation problems, men and women in self-efficacy, physics laboratories and skill development, Mixed reality in teacher training. This study addresses the relationship between the increase in volume of skills in physics teaching and the use of other innovative technologies that are useful for learning physics.

**Keywords:** learning, skills, physics, bibliometric analysis

*Artículo recibido 10 agosto 2024*

*Aceptado para publicación: 16 septiembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en la solución de problemas prácticos es un elemento formidable en las reformas educativas, ya que esta tiene implicaciones tanto en la capacitación en ciencias, como en la capacidad de pensamiento crítico (Stanley & Lewandowski, 2016). En el aula de Física que estudia fenómenos naturales, se insiste a los estudiantes no solamente en entender conceptos y teorías abstractas, sino también en aplicarlos en situaciones prácticas y experimentales (Lagubeau et al., 2020). Todo ello implica una serie de competencias que son bastante complejas en la secuencia de resolución de problemas, razonamiento lógico, análisis de información, colaboración, así como en la misma ejecución de experimentos (Revetta & Das, 2002; Werth et al., 2022). Además, cualquier habilidad en Física, particularmente, son indicadores para el desarrollo de competencias transversales, que incluyen comprensión matemática o razonamiento basado en evidencia, lo que hace que sea aún más difícil en lo que respecta a la pedagogía (Walsh et al., 2022). Por lo tanto, los educadores y practicantes ahora buscan maneras de enseñar estas habilidades desarrollando y adoptando nuevos enfoques, como la indagación, simulaciones digitales y aprendizaje basado en proyectos (Maries et al., 2020).

Este interés ha crecido particularmente con la creciente necesidad de mejorar la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en todo el mundo, ya que estamos en un mundo que depende en gran medida de soluciones científicas y tecnológicas (Heyde & Siebrits, 2019). Se han publicado numerosos estudios que delinean las medidas que deben tomarse para mejorar el aprendizaje de la Física y ha sido reconocido por los gobiernos y las instituciones educativas que hay una necesidad de fortalecer el aprendizaje y la enseñanza de la Física como una materia, para así preparar y contrarrestar los retos del siglo XXI, siendo uno de ellos el cambio climático, la energía renovable y el avance tecnológico (Borish et al., 2022; Testa et al., 2020). Esto, por lo tanto, requiere un número creciente de estudios dedicados a los aspectos específicos de cómo los estudiantes adquieren competencias relevantes para la Física, así como informar el crecimiento general de publicaciones académicas sobre el tema.

En este sentido, los estudios bibliométricos pueden proporcionar una manera adecuada de rastrear el progreso de los desarrollos en Física, lo que implica investigar los aspectos de investigación del aprendizaje de la Física. Tal análisis de la escritura científica toma en cuenta las direcciones, los



enfoques metodológicos dominantes y los temas que han sido más populares entre académicos (Redish, 2021; Ruiz-Tipán & Valenzuela, 2021). Tales estudios también permiten evaluar el impacto de investigaciones previas y ofrecen una imagen clara de los autores y publicaciones que fueron influyentes en la pedagogía de la Física.

El análisis que sugiere este trabajo se centra dentro del periodo 2015 – 2024 y es esa percepción del autor la que guarda relación con un aumento de interés por la temática de la innovación en la evolución de la enseñanza de la Física. Una búsqueda de artículos científicos se realizó en la base respetando el área de Física y Astronomía, y circunscribiendo a cinco revistas científicas dedicadas a la didáctica de la Física: *Physical Review Physics Education Research*, *Physics Education*, *Physics Teacher*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* y *Revista Mexicana de Física E*. La expansión de este estudio también se enfoca en la búsqueda de los más agresivos en relación con ciertas revistas arbitradas, lo que resultó en la formación de una colección de 107 documentos. Sin embargo, el interés no se restringe solamente a la descripción de la cantidad de actividad investigativa en esta área, cinco ensayos con las citas más destacadas también están incluidos en el estudio, se pretende averiguar qué esfuerzos lograron un progreso significativo en la comprensión de las habilidades docentes en Física.

Así que, para este estudio, deseamos proporcionar una vista comprensiva de la investigación dentro del tema de la Física en el proceso de aprendizaje, señalando áreas que han tenido un desarrollo más notable y aquellas que aún necesitan mucho más esfuerzo. Al mismo tiempo, se espera que este ejercicio facilite investigaciones más centradas que tengan como objetivo mejorar aún más la enseñanza de la Física en diferentes niveles de educación.

## **METODOLOGÍA**

El estudio bibliométrico se realizó con el objeto de estudiar la producción científica sobre el tema de habilidades de aprendizaje de la Física en el periodo comprendido entre 2015 y 2024. En lo que respecta a la obtención de la información, la misma fue realizada a través de la base de datos SCOPUS, que es una de las plataformas de consulta de literatura científica con reconocimiento mundial. El uso de la estrategia lingüística, centrada en las combinaciones que incluyeron "skill AND physics AND learning", garantizó que todos los estudios dirigidos al desarrollo de habilidades dentro de la enseñanza de la Física fueran incluidos.



En particular, el análisis se circunscribió al área de Física y Astronomía, y fueron objeto de análisis solo los periódicos académicos que estaban disponibles en cinco revistas de especialidad en la enseñanza de Física: *Physical Review Physics Education Research*, *Physics Education*, *Physics Teacher*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* y *Revista Mexicana de Física E*. Tales revistas fueron elegidas por su importancia en la formación pedagógica en didáctica de la Física.

Artículos relevantes fueron seleccionados y luego analizados en tres fases principales. La primera estuvo relacionada con los criterios de inclusión que restringieron la búsqueda a estudios publicados entre 2015 y 2024 e indexados en ventanas editoriales primarias. Esto condujo a la identificación de un total de 107 artículos que cumplían las condiciones subyacentes. Después de lo cual, se recuperaron detalles clave para cada uno de los artículos, incluyendo la fecha de publicación, el nombre(s) de los autores, sus afiliaciones institucionales, país de origen y el nombre de la revista editorial.

El análisis comprendió los siguientes componentes:

- **Distribución de frecuencia de las publicaciones por años:** Se realizó una evaluación de la tasa de publicación durante el periodo de estudio con el propósito de determinar los patrones emergentes de investigación respecto al desarrollo de las habilidades relacionadas con el aprendizaje de la Física.
- **Contribuidores más prolíficos:** Fue posible determinar a los contribuyentes con el mayor número de publicaciones y aquellos que han publicado más, permitiendo tal evaluación de las contribuciones más significativas a esta área de interés.
- **Países y afiliaciones:** Se intentó rastrear a los autores de los artículos y su afiliación institucional a sus países con el fin de demostrar la concentración espacial y científica del estudio de las habilidades y el aprendizaje de la Física.
- **Fuentes de publicación:** Se examinó la concentración de artículos entre las cinco revistas seleccionadas para establecer cuál tiene la mayor producción asociada al contenido educativo de la Física.

Además del análisis cuantitativo, se tomaron simultáneamente cinco trabajos más citados para un análisis en profundidad, siendo estos los más citados en el documento. Este análisis permitió comprender

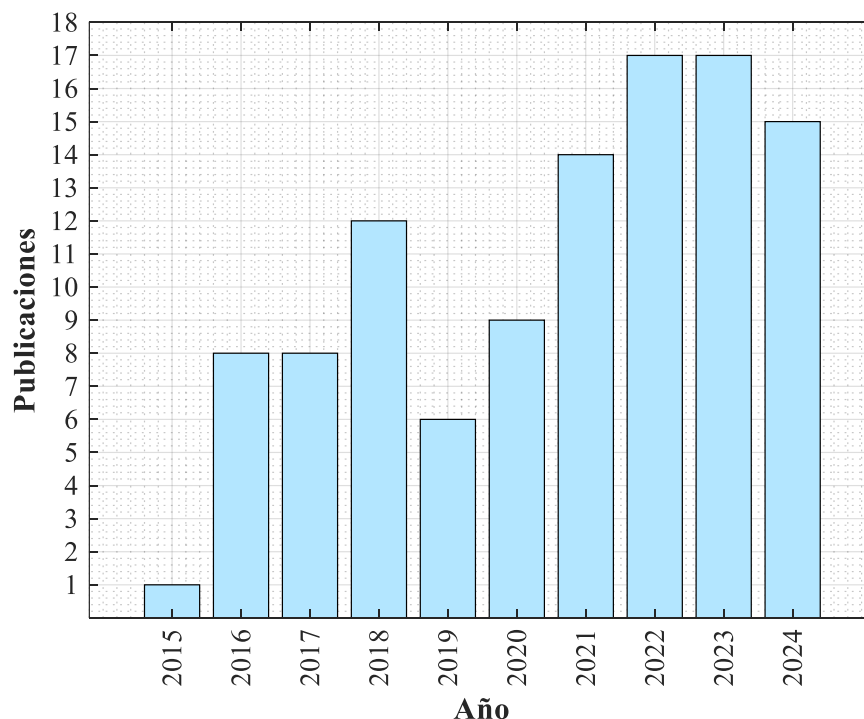


los métodos utilizados, los resultados más importantes y la significación práctica de estos estudios en la enseñanza del curso de Física.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Figura 1, se refleja una tendencia general de crecimiento en la investigación sobre habilidades en el aprendizaje de la Física entre 2015 y 2024. A partir de 2018, con 12 publicaciones, se observa un aumento significativo que refleja el creciente interés en mejorar la enseñanza de la Física, especialmente en el contexto de las áreas STEM. Aunque en 2019 se produjo una ligera disminución con 6 publicaciones, el repunte en 2020 y el máximo alcanzado en 2022 y 2023, con 17 publicaciones en cada uno de esos años, destaca una consolidación en el enfoque pedagógico de estas investigaciones. El año 2024 muestra un leve descenso a 15 publicaciones, lo que sigue siendo un nivel alto en comparación con los primeros años del periodo analizado. Esta evolución indica que la investigación sobre el desarrollo de habilidades en Física sigue siendo una prioridad académica, con fluctuaciones menores que no afectan la tendencia de crecimiento sostenido observada en los últimos años.

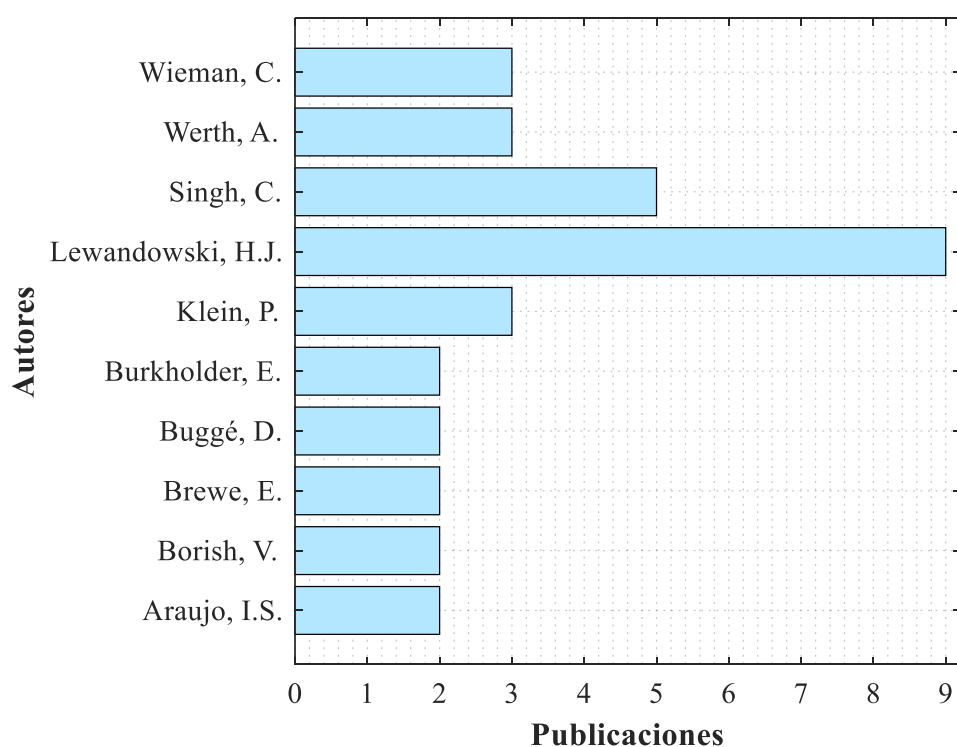
**Figura 1.** Publicaciones por año



En la Figura 2, se presenta la gráfica de autores se indica que H. J. Lewandowski es el más activo en cuanto al aprendizaje de la Física con 9 publicaciones y se distingue significativamente sobre otros

autores incluidos en el análisis. P. Klein, C. Wieman, A. Werth, E con 3 publicaciones cada uno y C. Singh que tuvo 5 publicaciones, también han hecho una contribución, pero ocupan el tercer y segundo lugar en este campo, respectivamente. Otros autores como E. Burkholder, D. Buggé, E. Brewwe, V. Borish e I. S. Araujo han publicado un menor número de artículos (2), indicando un papel más pasivo, pero aún muy relevante en términos de contribuciones específicas a la investigación. Este análisis resalta que, aunque hay algunos autores que son más activos que el resto, también hay un número de otros académicos que se centran en el desarrollo de estudios específicos con el objetivo general de fortalecer el estudio de la formación de habilidades en Física como un área de interés de varios académicos.

**Figura 2.** Publicaciones por autores

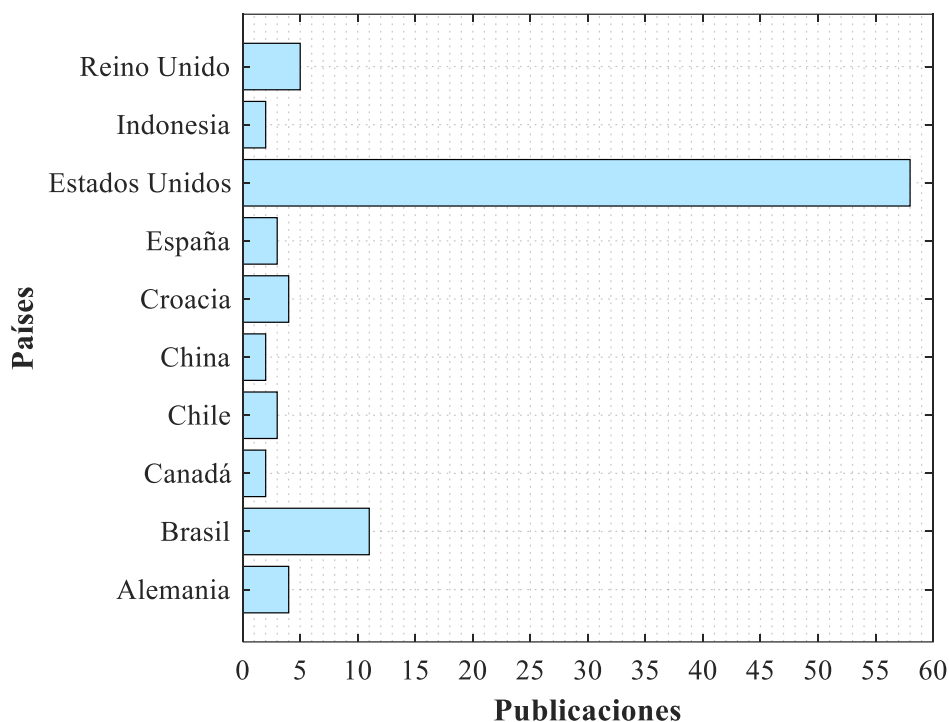


En la Figura 3, se muestra la distribución de publicaciones por país, con un rendimiento tan fuerte, Estados Unidos ocupa el primer lugar como el centro principal en la beca pedagógica específicamente relacionada con el aprendizaje en Física, con 58 publicaciones, lo cual es bastante impresionante. Brasil le sigue de cerca, pero en mucho menor grado con 11 publicaciones. El resto de los países, como Alemania, Canadá, Chile, China, Croacia, España, Indonesia y el Reino Unido, tienen muy pocas publicaciones promedio, lo que sugiere un nivel aún menor de aporte en comparación con los líderes.



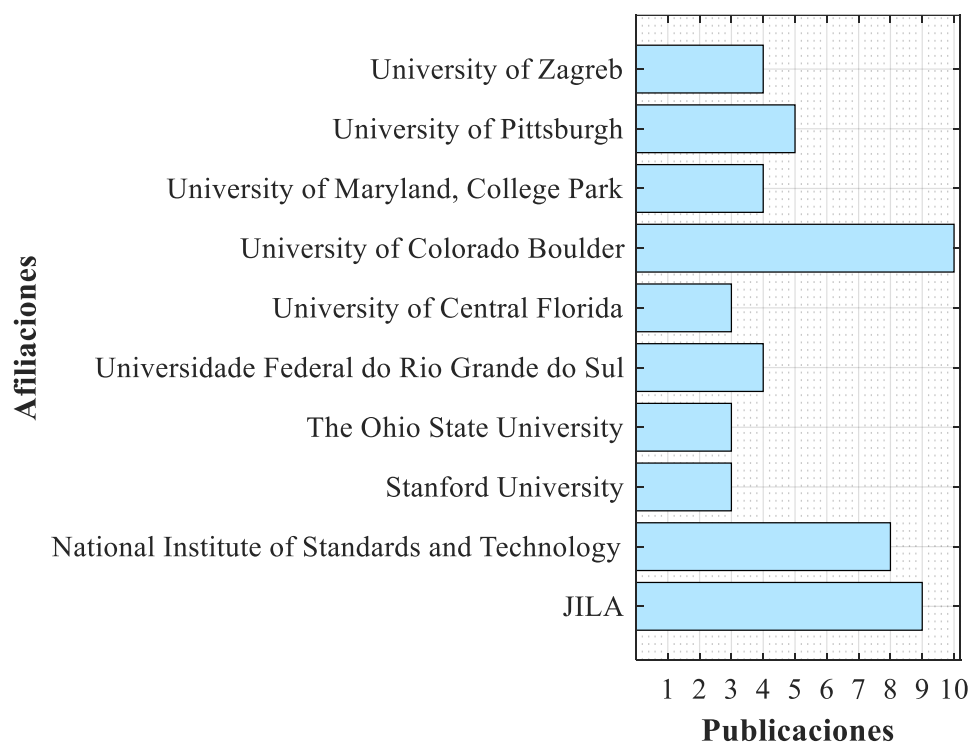
Esta disparidad establece aún más que las habilidades en el subcampo de la Física son un área que prácticamente está casi exclusivamente financiada e investigada en los Estados Unidos, principalmente debido a su apoyo académico, disponibilidad de recursos y enfoque en áreas STEM en sus instituciones educativas y de investigación. Sin embargo, la contribución de otros países muestra que, de hecho, es un problema global, aunque en menor medida en algunas partes del mundo.

**Figura 3.** Publicaciones por países



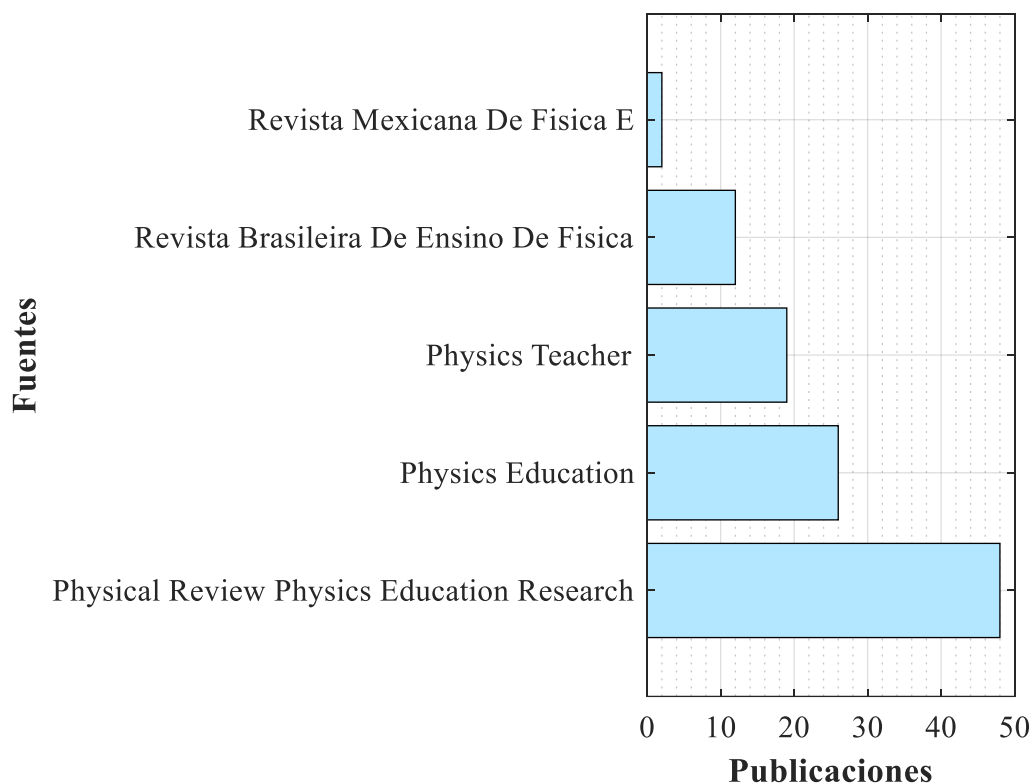
En la Figura 4, se evidencia el análisis de afiliaciones que muestra que la University of Colorado Boulder es la institución más productiva en la investigación sobre habilidades en el aprendizaje de la Física, con 10 publicaciones, consolidando su liderazgo en este campo. Otras instituciones con una notable contribución incluyen JILA y el National Institute of Standards and Technology, con 9 y 8 publicaciones, respectivamente, lo que destaca su importancia en la generación de conocimientos en esta área. El resto de las afiliaciones contribuyen con máximo 5 artículos. Este análisis pone de manifiesto que, si bien la producción académica está altamente concentrada en universidades e instituciones estadounidenses, existen aportes destacados desde otras regiones, lo que demuestra el carácter global de la investigación en habilidades de aprendizaje de la Física.

**Figura 4.** Publicaciones por organizaciones



En la Figura 5 se muestra el análisis de fuentes que revela que la revista *Physical Review Physics Education Research* es la que ha publicado la mayor cantidad de artículos relacionados con las habilidades en el aprendizaje de la Física, con 48 publicaciones, consolidándose como la fuente principal en este campo de estudio. Le sigue *Physics Education* con 26 publicaciones, lo que indica también una participación significativa en la difusión de investigaciones sobre este tema. *Physics Teacher* ocupa una posición intermedia con 19 publicaciones, mientras que las revistas latinoamericanas *Revista Brasileira De Ensino De Física* y *Revista Mexicana De Física E* presentan una contribución más modesta, con 12 y 2 publicaciones, respectivamente. Este análisis refleja que la mayoría de la investigación relevante se concentra en revistas internacionales de gran prestigio, aunque también es notable la participación de revistas regionales, que permiten la difusión de estudios en contextos educativos más específicos.

**Figura 5.** Publicaciones por fuentes



La Tabla 1, presenta los 15 artículos más citados, seleccionados de un total de 107 estudios junto con sus respectivos DOI. Estos artículos son algunos de los más influyentes en el campo del análisis. Por lo tanto, se procederá a un examen más detallado de cinco artículos con el mayor número de citas, para que se avance en su comprensión, más bien específica, de los resultados y su lugar en el discurso científico.

**Tabla 1.** Documentos encontrados en SCOPUS

| N° | Título   | Citas | DOI                                  |
|----|--|-------|--------------------------------------|
| 1  | Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories | 94    | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020149 |
| 2  | Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics   | 88    | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010131 |
| 3  | Damage caused by women's lower self-efficacy on physics learning   | 76    | 10.1103/PHYSREVPHYSEDUCRES.16.010118 |
| 4  | Developing skills versus reinforcing concepts in physics labs: Insight from a survey of students' beliefs about experimental physics                               | 69    | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010108 |



|    |  |    |                                      |
|----|--|----|--------------------------------------|
| 5  | Learning from avatars: Learning assistants practice physics pedagogy in a classroom simulator  | 52 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010117 |
| 6  | Life science students' attitudes, interest, and performance in introductory physics for life sciences: An exploratory study              | 46 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010111 |
| 7  | Framework and implementation for improving physics essential skills via computer-based practice: Vector math                             | 39 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010122 |
| 8  | Organizing physics teacher professional education around productive habit development: A way to meet reform challenges                   | 37 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010107 |
| 9  | Qualitative investigation into students' use of divergence and curl in electromagnetism  | 33 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020134 |
| 10 | Intertwining evidence- and model-based reasoning in physics sensemaking: An example from electrostatics                                  | 32 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020105 |
| 11 | Impact of the second semester University Modeling Instruction course on students' representation choices                                 | 30 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020129 |
| 12 | Impact of guided reflection with peers on the development of effective problem solving strategies and physics learning                   | 29 | 10.1119/1.4947159                    |
| 13 | Lab notebooks as scientific communication: Investigating development from undergraduate courses to graduate research                     | 27 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020129 |
| 14 | Active Learning in an Inequitable Learning Environment Can Increase the Gender Performance Gap: The Negative Impact of Stereotype Threat | 26 | 10.1119/10.0001844                   |
| 15 | Challenge of engaging all students via self-paced interactive electronic learning tutorials for introductory physics                     | 23 | 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010127 |

En el primer artículo Klein et al. (2022) de 94 citas se expone que para investigar cómo los estudiantes de Física percibieron el repentino cambio hacia el aprendizaje en línea, se desarrolla un cuestionario y recopilamos datos de N=578 estudiantes de Física de cinco universidades de Alemania, Austria y Croacia. En este artículo se informa cómo se adaptaron las sesiones de resolución de problemas (recitados) y los laboratorios, cómo juzgan los estudiantes los diferentes formatos de los cursos y qué tan útiles y efectivos los percibieron. Los resultados se correlacionan con las calificaciones de autoeficacia de los estudiantes y otras medidas de comportamiento (como las habilidades de aprendizaje autorreguladas). Este estudio es de naturaleza descriptiva y se implementó un diseño de estudio de encuesta para examinar las relaciones entre las variables. Encontramos que las buenas habilidades de



comunicación ( $r=0,48$ ,  $p<0,001$ ) y habilidades de autoorganización ( $r=0,63$ ,  $p<0,001$ ) se correlacionan positivamente con el logro de aprendizaje percibido. Además, la duración anterior de los estudios tuvo un impacto significativo en varias medidas de rendimiento autoinformadas, lo que resultó en puntuaciones consistentemente más bajas de los estudiantes en su primer año académico en comparación con los estudiantes que estaban más avanzados académicamente. Se concluye y se sugiere implicaciones para futuras clases en línea a nivel de instructores y profesores. Las sugerencias incluyen (i) centrarse en cursos de primer año con enseñanza en el campus cuando se enfrentan capacidades limitadas en las salas de conferencias, (ii) ofrecer cursos especiales para promover habilidades de aprendizaje autorreguladas, (iii) enfatizar los aspectos positivos del aprendizaje a distancia, y (iv) instalar servicios de redes para apoyar la comunicación de los estudiantes.

En el segundo Docktor et al. (2016) artículo con 88 citas se menciona la resolución de problemas es un proceso complejo, valioso en la vida cotidiana y crucial para el aprendizaje en los campos STEM. Para apoyar el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, es importante que los investigadores y los desarrolladores de planes de estudios tengan herramientas prácticas que puedan medir la diferencia entre el desempeño de principiantes y expertos en resolución de problemas en el trabajo auténtico en el aula. También sería útil que los profesores pudieran utilizar dichas herramientas para guiar su pedagogía. Se describe el diseño, desarrollo y prueba de una rúbrica simple para evaluar soluciones escritas a problemas impartidos en cursos de introducción a la Física de pregrado. En particular, se presenta evidencia de la validez, confiabilidad y utilidad del instrumento. La rúbrica identifica cinco procesos generales de resolución de problemas y define los criterios para obtener una puntuación en cada uno: organizar la información del problema en una descripción útil, seleccionar los principios apropiados (enfoque de Física), aplicar esos principios a las condiciones específicas del problema (aplicación específica de Física), usar procedimientos matemáticos apropiadamente y mostrar evidencia de un patrón de razonamiento organizado.

En el tercero Kalender et al. (2020) artículo con 76 citas se expone que la autoeficacia es un aspecto de la motivación de los estudiantes que se ha demostrado que desempeña un papel fundamental en el compromiso, la participación y la retención de los estudiantes en carreras académicas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Dado que las mujeres están subrepresentadas en dominios



STEM como la Física, estudian la autoeficacia de estudiantes varones y mujeres y su relación con los resultados del aprendizaje en Física que pueden ser útiles para crear entornos de aprendizaje equitativos e inclusivos. En un estudio longitudinal, se encuesta a aproximadamente 1400 estudiantes en cursos de Física 2 basados en cálculo para investigar las creencias motivacionales de los estudiantes en Física mediante una encuesta validada. Se examina las puntuaciones de autoeficacia de los estudiantes varones y mujeres y el grado en que la autoeficacia se relacionaba con los resultados del aprendizaje (calificaciones de los estudiantes y puntuaciones conceptuales posteriores a las pruebas), especialmente la diferencia significativa de género en las puntuaciones conceptuales posteriores a las pruebas. Para revelar la contribución única de la autoeficacia en los resultados, se controla varias otras variables, incluidas las calificaciones de Física 1, las puntuaciones del SAT de matemáticas y las puntuaciones de las pruebas conceptuales previas en Física. Se encuentra que las diferencias de género en el desempeño conceptual posterior a la prueba estaban mediadas por las variables del modelo. En particular, las diferencias iniciales de autoeficacia mostraron un efecto directo en los resultados, incluso cuando se controlaban los conocimientos previos de Física y las diferencias en habilidades de los estudiantes, y la autoeficacia también tuvo el efecto total de género más fuerte en el aprendizaje conceptual. Teniendo en cuenta estos hallazgos, el trabajo futuro debería centrarse en comprender mejor los impulsores de estas diferencias en la autoeficacia, incluido el papel que desempeñan en ellas los estereotipos y prejuicios sociales, para mitigar estas diferencias.

En el cuarto artículo Wilcox & Lewandowski (2017) con 69 citas se menciona que los cursos de laboratorio de Física han sido generalmente reconocidos como un componente importante del plan de estudios de pregrado, particularmente con respecto al desarrollo del interés y la comprensión de la Física experimental de los estudiantes. Hay una serie de posibles objetivos de aprendizaje para estos cursos, incluido el refuerzo de conceptos de Física, el desarrollo de habilidades de laboratorio y la promoción de creencias expertas sobre la naturaleza de la Física experimental. Sin embargo, hay poco consenso entre los profesores e investigadores interesados en el entorno de aprendizaje de laboratorio en cuanto a la importancia relativa de estos diversos objetivos de aprendizaje. Aquí, aportamos datos a este debate a través del análisis de las respuestas de los estudiantes a la evaluación centrada en el laboratorio conocida como Encuesta de Actitudes de Aprendizaje de Colorado sobre Ciencias de la Física



Experimental (E-CLASS). Utilizando un gran conjunto de datos nacionales de respuestas de los estudiantes, comparamos el desempeño de los estudiantes en E-CLASS en clases en las que el instructor informó que se centró en desarrollar habilidades, reforzar conceptos o ambos. Como la clasificación de los cursos se basó en el autoinforme del instructor, también proporcionamos una descripción adicional de estos cursos con respecto a la frecuencia con la que los estudiantes participan en actividades particulares en el laboratorio. Se descubre que los cursos que se centran específicamente en el desarrollo de habilidades de laboratorio tienen respuestas E-CLASS posteriores a la instrucción más expertas que los cursos que se centran en reforzar los conceptos de Física o en ambos objetivos. En los cursos de primer año, este efecto es mayor para las mujeres. Además, estos hallazgos se mantienen cuando se controla la variación en los puntajes posteriores a la instrucción que se asocia con los puntajes de E-CLASS previos a la instrucción, la especialidad del estudiante y el género del estudiante.

En el quinto artículo Chini et al. (2016) con 52 citas se expone que los estudiantes de pregrado se utilizan cada vez más para apoyar transformaciones de cursos que incorporan estrategias de instrucción basadas en la investigación. Si bien estos estudiantes suelen ser seleccionados en función de su sólido conocimiento del contenido y su posible interés en la enseñanza, a menudo no tienen formación pedagógica previa. Los modelos de formación actuales utilizan estudiantes reales o compañeros de clase que juegan roles como estudiantes como sujetos de prueba. Presentamos un nuevo entorno para facilitar la práctica de habilidades de pedagogía de la Física, un simulador de aula de realidad mixta altamente inmersivo y evaluamos su eficacia para los asistentes de aprendizaje de Física (LA) de pregrado. Los LA prepararon, enseñaron y reflexionaron sobre una lección sobre gráficos de movimiento para cinco avatares de estudiantes altamente interactivos generados por computadora en el simulador de aula de realidad mixta. Para evaluar la efectividad del simulador para esta población, analizamos las habilidades pedagógicas que los AL pretendían practicar y exhibir durante sus lecciones y exploramos las descripciones de los AL sobre sus experiencias con el simulador. Los resultados indican que el simulador de aula creó un entorno seguro y eficaz para que los LA practicaran una variedad de habilidades, como estilos de preguntas y tiempo de espera. Además, el análisis reveló áreas de mejora en nuestra preparación de LA y el uso del simulador.



## CONCLUSIONES

En este estudio, se realizó un análisis bibliométrico acerca de las habilidades en aprendizaje de la Física correspondiente al periodo 2015 a 2024 y en los resultados se obtuvo una imagen completa sobre el progreso de la investigación en dicha área. Basado en el crecimiento en el promedio de publicaciones por fecha, tal tendencia se ha mantenido constante sobre todo desde el año 2018 que corresponde al aumento constante en la publicación de este campo, mirando particularmente en la enseñanza de la Física en áreas como habilidades de autoorganización y resolución de problemas en el contexto STEM. Este interés en particular ha sido de mayor auge en el año 2022 y 2023 con el número de publicaciones más altos de modo que hay lugar a decir que en los últimos años la comunidad científica se ha enfocado en investigación de métodos pedagógicos innovadores.

Respecto a los autores, H.J. Lewandowski es el más productivo entre los investigadores en esta área, donde C. Singh está en las sombras, lo que indica su excelencia en la investigación sobre la enseñanza de habilidades experimentales y metodologías pedagógicas. Estados Unidos emerge como el país más activo en términos de investigación de habilidades en Física, lo cual es bastante esperado debido a su inclinación rígida hacia la educación STEM y recursos educativos. Entre las instituciones, la Universidad de Colorado Boulder, JILA y el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología han sido las más destacadas, mostrando una pronunciada concentración de estudios dentro de estas universidades e instituciones de investigación. Con respecto a los canales de publicación, la revista *Physical Review Physics Education Research* debe ser destacada como el medio más importante para la publicación de dicha investigación, mientras que *Physics Education* ocupa el siguiente lugar.

Además de estos insights cuantitativos, los cinco artículos más citados merecen atención especial, ya que ayudan a comprender las tendencias y resultados más innovadores en la enseñanza de la Física dentro de la comunidad académica. En el estudio de Klein et al. (2022), los autores argumentan que las habilidades de autoorganización y comunicación son necesarias para un aprendizaje en línea exitoso y, por lo tanto, recomiendan implicaciones vitales para la futura práctica docente en línea. Por otro lado, Docktor et al. (2016) presentan una herramienta útil que ayuda a evaluar las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes de Física, lo que ayuda en la evaluación y la enseñanza de esta importante habilidad.





Según el estudio de Kalender et al. (2020), existen diferencias de género en la autoeficacia y su poder como mediador en los resultados del aprendizaje, por lo que hace falta crear ambientes de enseñanza que sean justos y más inclusivos. Este documento es especialmente importante para ayudar a reducir las brechas de género que son evidentes en la educación STEM. Wilcox y Lewandowski (2017) argumentan que los laboratorios prácticos de Física son útiles para entrenar a los estudiantes en habilidades de expertos y son especialmente útiles para las jóvenes en los primeros años de estudio, sugiriendo así que los cursos de laboratorio deberían concentrarse en la adquisición de habilidades en lugar de en la sobre énfasis en principios abstractos. Finalmente, mencionaríamos a Chini et al. (2016) quienes investigaron simuladores de realidad mixta como dispositivos pedagógicos para entrenar asistentes de aprendizaje y esto proporciona nuevas ideas sobre cómo mejorar la calidad de los profesores de Física.

En resumen, estos estudios enfatizan el progreso y la trascendencia de las indagaciones sobre el aprendizaje de la Física, advirtiendo sobre algunas deficiencias, entre estas, el aprendizaje a distancia, la alineación de género y la formación de habilidades experimentales. La agrupación de publicaciones en ciertos países e instituciones también indica una posible concentración de conocimiento en estas áreas, aunque la participación de otras regiones como Brasil y Alemania ilustra que es un tema de interés global.

De cara al futuro, hay una necesidad de examinar más a fondo el impacto de las habilidades de autoorganización, las estrategias de resolución de problemas y la autoeficacia en los resultados de aprendizaje en Física, considerando ambientes de aprendizaje inclusivos y equitativos. Se espera que la presencia de nuevas tecnologías, como los simuladores de realidad mixta, revolucione la formación docente y la enseñanza de la Física en los años venideros.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Borish, V., Werth, A., Sulaiman, N., Fox, M. F. J., Hoehn, J. R., & Lewandowski, H. J. (2022). Undergraduate student experiences in remote lab courses during the COVID-19 pandemic. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2).

<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020105>



- Chini, J. J., Straub, C. L., & Thomas, K. H. (2016). Learning from avatars: Learning assistants practice physics pedagogy in a classroom simulator. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010117>
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Mason, A., Ryan, Q. X., & Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010130>
- Heyde, V. V. D., & Siebrits, A. (2019). Higher-Order e-Assessment for Physics in the Digital Age Using Sakai. *Physics Teacher*, 57(1), 32–34. <https://doi.org/10.1119/1.5084925>
- Kalender, Z. Y., Marshman, E., Schunn, C. D., Nokes-Malach, T. J., & Singh, C. (2020). Damage caused by women's lower self-efficacy on physics learning. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1103/PHYSREVPHYSEDUCRES.16.010118>
- Klein, P., Ivanjek, L., Dahlkemper, M. N., Jeličić, K., Geyer, M.-A., Küchemann, S., & Susac, A. (2022). Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010117>
- Lagubeau, G., Tecpan, S., & Hernández, C. (2020). Active learning reduces academic risk of students with nonformal reasoning skills: Evidence from an introductory physics massive course in a Chilean public university. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.023101>
- Maries, A., Karim, N. I., & Singh, C. (2020). Active Learning in an Inequitable Learning Environment Can Increase the Gender Performance Gap: The Negative Impact of Stereotype Threat. *Physics Teacher*, 58(6), 430–433. <https://doi.org/10.1119/10.0001844>
- Redish, E. F. (2021). Using Math in Physics: 2. Estimation. *Physics Teacher*, 59(7), 525–529. <https://doi.org/10.1119/5.0021823>



- Revetta, F. A., & Das, B. (2002). Integrating geology and physics to enhance science learning experience of students and serve the community. *Journal of Geoscience Education*, 50(2), 150–157. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-50.2.150>
- Ruiz-Tipán, F., & Valenzuela, A. (2021). Literary review of economic environmental dispatch considering bibliometric analysis. *Iteckne*. <https://doi.org/https://doi.org/10.15332/iteckne.v19i1.2631>
- Stanley, J. T., & Lewandowski, H. J. (2016). Lab notebooks as scientific communication: Investigating development from undergraduate courses to graduate research. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020129>
- Testa, I., Colantonio, A., Galano, S., Marzoli, I., Trani, F., & Scotti Di Uccio, U. (2020). Effects of instruction on students' overconfidence in introductory quantum mechanics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1103/PHYSREVPHYSEDUCRES.16.010143>
- Walsh, C., Lewandowski, H. J., & Holmes, N. G. (2022). Skills-focused lab instruction improves critical thinking skills and experimentation views for all students. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010128>
- Werth, A., West, C. G., & Lewandowski, H. J. (2022). Impacts on student learning, confidence, and affect and in a remote, large-enrollment, course-based undergraduate research experience in physics. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010129>
- Wilcox, B. R., & Lewandowski, H. J. (2017). Developing skills versus reinforcing concepts in physics labs: Insight from a survey of students' beliefs about experimental physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010108>

