



## Tecnología y competencias digitales docentes para situaciones de aprendizaje STEM. Una revisión de la investigación en México.

Technology and teachers' digital competence for STEM learning situations. A systematic review of literature in Mexico.

Michelle Adriana Recio-Saucedo<sup>1\*</sup>, Sergio Correa-Gutiérrez<sup>2</sup>, Evelia Reséndiz-Balderas<sup>3</sup>, Norma Alicia Vega-López<sup>4</sup>

### RESUMEN

El papel que desempeña la tecnología en la Educación STEM se entiende de muy diversas maneras, lo que influye directamente en las competencias digitales que los docentes deben desarrollar para implementar situaciones didácticas con este enfoque. Para analizar las tendencias en el uso de la tecnología en el aprendizaje STEM y sus implicaciones en la competencia digital docente, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura publicada en México, siguiendo la metodología de la Declaración PRISMA. Los resultados muestran que la investigación sobre STEM, el rol de la tecnología y su impacto en las competencias digitales del profesorado aún es incipiente en el país, aunque empieza a tener cada vez mayor presencia. Los estudios revisados resaltan la necesidad de fortalecer la formación docente para mejorar los niveles de competencia digital de los docentes en todos los niveles educativos.

**PALABRAS CLAVE:** educación STEM, tecnología, competencia digital docente, revisión sistemática.

### ABSTRACT

The role of technology in STEM education is understood in a variety of ways, which directly influences the digital competence teachers must develop to implement teaching situations with this approach. To analyze trends in the use of technology in STEM learning and its implications for teachers' digital competence, a systematic review of the literature published in Mexico was conducted, following the PRISMA Declaration methodology. Results show that research on STEM, the role of technology, and its impact on teachers' digital competences is still incipient in the country, although it is beginning to gain increasing presence. The studies reviewed highlight the need to strengthen teacher training to improve teachers' digital competence levels at all educational levels.

**KEYWORDS:** STEM education, technology, teacher digital competence, systematic review.

\*Correspondencia: [marecio@docentes.uat.edu.mx](mailto:marecio@docentes.uat.edu.mx)/Fecha de recepción: 26 de mayo de 2025/Fecha de aceptación: 2 de julio de 2025/Fecha de publicación: 08 de agosto de 2025.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de de Ciencias, Educación y Humanidades, Centro Universitario Victoria, C.P. 87149, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de de Ciencias, Educación y Humanidades, Centro Universitario Victoria, C.P. 87149, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de de Ciencias, Educación y Humanidades, Centro Universitario Victoria, C.P. 87149, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de de Ciencias, Educación y Humanidades, Centro Universitario Victoria, C.P. 87149, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el término STEM —acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering y Mathematics)— ha cobrado gran relevancia en el ámbito educativo, industrial, y en los discursos sobre innovación y competitividad a nivel nacional e internacional. Su uso se ha extendido a todos los niveles educativos, desde preescolar hasta posgrado, así como para referirse a carreras y profesiones relacionadas con estas áreas del conocimiento (Alianza para la Promoción de STEM, 2019; Marrero, Gunning y Germain-Williams, 2014).

De forma concreta, en el ámbito educativo, STEM se concibe como un enfoque pedagógico interdisciplinario, centrado en la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento, orientado no solamente a crear vocaciones en las ciencias y las ingenierías y a abrir espacios equitativos para quienes buscan carreras en esas disciplinas, sino también orientado a cubrir la necesidad de alfabetización ciudadana en el ámbito científico-tecnológico, esfuerzo dirigido a todas las personas, con el objetivo de hacerlos competentes en el mundo STEM. Es decir, STEM se convierte en un ámbito educativo desde el cual alfabetizar en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas para participar activa y empoderadamente en la construcción de un mundo más sostenible, equitativo, inclusivo y justo, y para posibilitar la equidad en el disfrute, participación y aspiración en el y hacia el mundo STEM (Couso et al., 2022; Couso y Simarro, 2020; Couso, 2017).

Dados los diversos ámbitos que alimentan la Educación STEM, existen también muy diversas maneras de visualizarla y de sus implicaciones. La manera en que se integran las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, cómo se incorporan otras disciplinas no STEM, la duración de una situación de aprendizaje STEM y los objetivos de aprendizaje dentro de un entorno transdisciplinar STEM, difiere entre investigadores, profesores, sistemas educativos y países (Chiu y Li, 2023; Li et al., 2020).

En específico, la falta de una definición clara de la T en el acrónimo es ampliamente reconocida (Honey et al., 2014; Sivaraj et al., 2019; Ellis et al., 2020; Hıdıroğlu y Karakaş, 2022).

Lo que denota la T de STEM ha llevado a darle a la tecnología un papel accesorio y de apoyo en algunas situaciones de aprendizaje o, en el otro extremo, uno más que protagónico. Incluso, para algunos, la presencia de la tecnología en las situaciones didácticas STEM debe ser obligadamente digital y cada vez más dentro de las llamadas tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la realidad virtual (Chiu y Li, 2023).

El nivel de presencia que se le asigna a la tecnología varía de manera importante por razones que van desde el propio acceso a los recursos tecnológicos, problemas técnicos, barreras internas como actitudes y creencias de los docentes hacia la tecnología, o las propias habilidades y competencias que tengan para el uso de la tecnología en y para la educación (Hıdıroğlu, y Karakaş, 2022).

Por ejemplo, al analizar situaciones didácticas STEM, Ring-Whalen et al. (2018) encontraron que el profesorado de ciencias utiliza en mayor medida a la tecnología como herramienta de apoyo para sus actividades de enseñanza de ciencia o ingeniería. Es decir, usan la tecnología para la instrucción, como el empleo de la pizarra interactiva para presentar contenidos o la reproducción de videos para mejorar la comprensión del contenido científico por parte del estudiantado. En otras ocasiones, la tecnología se hace presente en forma de software para ayudar a estudiantes a graficar datos recolectados en una investigación científica.

Lo anterior refuerza la percepción de la tecnología como una disciplina secundaria o accesorio dentro del ámbito STEM, lo que tiene profundas implicaciones para la implementación de una educación STEM verdaderamente integrada.

Los autores han identificado cuatro perspectivas distintas que describen la presencia de la tecnología en la Educación STEM (Hıdırođlu y Karakaş, 2022). Desde esos enfoques la tecnología es vista como:

a) Producto de la ingeniería. Desde esta perspectiva la tecnología es definida como “innovación, cambio o modificación del entorno natural para satisfacer los deseos y necesidades humanas” (International Technology Education Association [ITEA], 2000, p. 242), lo que delinea las situaciones didácticas orientadas por el diseño ingenieril, el pensamiento de diseño, prototipado y diseño de artefactos tecnológicos para satisfacer necesidades del entorno.

b) Tecnología educativa o instruccional. Bajo este enfoque, la tecnología está representada por el uso de dispositivos con conexión a internet y por una enorme diversidad de recursos, medios y herramientas para el procesamiento de información y la comunicación en línea que son utilizados para el proceso didáctico de enseñanza y aprendizaje en los ámbitos de ciencia e ingeniería.

c) Informática o pensamiento computacional. La tecnología es entendida como codificación, diseño de sistemas, programación, descomposición de un problema para buscar su solución utilizando herramientas computacionales y algoritmos.

d) Herramientas y prácticas utilizadas por los profesionales de las ciencias, matemáticas e ingeniería. Esta perspectiva ve a la tecnología como herramienta que acerca al alumnado a hacer el trabajo auténtico de los profesionales STEM, artefactos que van desde básculas hasta supercomputadoras, para la resolución de problemas.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo (Tabla 1) que analiza las perspectivas de Honey et al. (2014), Sivaraj et al. (2019) y Ellis et al. (2020) sobre el papel de la tecnología en la educación STEM. Este cuadro destaca

los puntos en común entre sus enfoques y la manera en que se complementan.

La indefinición del papel de la tecnología en la educación STEM influye directamente en las competencias tecnológicas y digitales que se espera que desarrolle el profesorado para poner en marcha situaciones didácticas con este enfoque. Las incertidumbres son parte del quehacer de los educadores STEM, quienes se hacen preguntas como las siguientes: “¿Hacer ciencias con pizarra digital o realidad aumentada es STEM?, ¿STEM va de competencia digital o de introducir las TICs? ¿Hacen falta tecnologías muy nuevas para hacer STEM?, ¿Hace falta introducir los robots para hacer STEM?, ¿Hacen falta tecnologías programables en STEM?” (Couso et al., 2022, p. 58).

Este trabajo presenta los resultados de una revisión sistemática de la literatura cuyo objetivo fue analizar las tendencias en el uso de la tecnología en situaciones de aprendizaje STEM y sus implicaciones para la competencia digital docente en México. La revisión se diseñó para:

- Examinar la integración de la tecnología en experiencias STEM en distintos niveles educativos del país y sus efectos.
- Determinar las habilidades digitales esenciales para el profesorado para incorporar la tecnología de manera efectiva en la enseñanza STEM.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se plantearon preguntas que cumplieran con los criterios FINER (pregunta factible, interesante, novedosa, ética y relevante) para garantizar que la revisión abordara un problema de investigación bien definido y significativo (Thomas et al., 2024). Estos criterios permiten considerar aspectos clave desde el inicio del proceso y deben guiar la formulación de las preguntas de investigación.

Las preguntas iniciales fueron:

- ¿Cuál es el uso que le da el profesorado a la tecnología en situaciones de aprendizaje STEM?

■ **Tabla 1. La T en STEM: Perspectivas sobre la integración de la tecnología en la educación STEM.**

*Table 1. The T in STEM: Perspectives on Technology Integration in STEM Education.*

Perspectiva	Honey et al. (2014)	Sivaraj et al. (2019)	Ellis et al. (2020)
<b>Tecnología como un producto de la ingeniería</b>	Productos tecnológicos generados por el vínculo histórico de la ingeniería con la educación vocacional.	Coincide con la perspectiva de Honey et al. (2014).	Coincide con la perspectiva de
<b>Tecnología para el diseño instruccional (tecnología educativa)</b>	Tecnología como herramienta para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la ingeniería.	Coincide con la perspectiva de et al. (2014).	Coincide con la perspectiva de Honey et al. (2014), ampliando su rol como parte integral del aprendizaje STEM.
<b>Tecnología como codificación / pensamiento computacional</b>	No mencionada explícitamente.	Introduce esta perspectiva como complemento del pensamiento matemático e ingenieril.	Coincide con la perspectiva de Sivaraj et al. (2019), integrando el pensamiento computacional como una dimensión esencial del aprendizaje STEM.
<b>Tecnología como herramienta utilizada por profesionales</b>	Las herramientas y prácticas empleadas por los científicos, matemáticos e ingenieros.	No mencionada explícitamente.	Las herramientas y prácticas empleadas por los científicos, matemáticos e ingenieros, destacando su papel en la conexión entre disciplinas y el contexto.

- ¿Qué implicaciones tiene dicho uso en las competencias digitales docentes?

Para darles respuesta, se llevó a cabo una revisión sistemática de las publicaciones en la literatura siguiendo el modelo de la Declaración PRISMA (Page et al., 2021), con los siguientes criterios de inclusión para la selección de los estudios:

- 1) Que estuvieran publicados en revistas científicas mexicanas reconocidas por su calidad;
- 2) Que reportaran investigaciones empíricas o teóricas, y
- 3) Que hubieran sido publicadas en el periodo 2014-2024.

Se utilizó el motor de búsqueda de Redalyc en el que están indizadas todas las revistas que cumplían el criterio de inclusión 1. Se buscaron las publicaciones utilizando las palabras clave STEM/STEAM, competencia digital docente y su variante competencias digitales docentes. Los patrones de búsqueda fueron los siguientes: STEM “and”/“or” competencia digital, STEM “and”/“or” competencias digitales, STEAM “and”/“or” competencia digital, STEAM “and”/“or” competencias digitales.

Siguiendo los procedimientos de la Declaración PRISMA, una vez identificadas las publicaciones bajo los criterios de inclusión elegidos, y eliminados los registros duplicados, se analizaron y fueron cribadas tomando en cuenta los siguientes criterios de exclusión:

1) Que no se refirieran a competencias digitales docentes, STEM o tecnología en STEM y

2) Que no reportaran investigaciones desarrolladas en México (con poblaciones e instituciones mexicanas).

### **Descripción de la selección de artículos bajo los criterios establecidos**

Para garantizar la calidad de la producción revisada y cumplir con el primer criterio de inclusión establecido en la investigación, se optó por seleccionar exclusivamente publicaciones especializadas en el ámbito educativo. Estas incluyen tanto aquellas que abordan temas generales sobre educación como aquellas enfocadas en investigación educativa o didáctica específica de alguna disciplina dentro del enfoque STEM. Para asegurar que las publicaciones provinieran de fuentes reconocidas y con respaldo académico, se estableció como requisito que estuvieran registradas en el Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMICYT) de la ahora Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), lo que permitió delimitar la selección a revistas con criterios de calidad editorial y rigor académico.

Tras consultar el registro del CRMICYT, se identificaron un total de diecisiete revistas especializadas en educación o en temáticas afines. De este conjunto, la mayor parte de las revistas (trece) se encontraban clasificadas dentro del área de Ciencias Sociales, mientras que dos estaban catalogadas en el campo de Humanidades y Ciencias de la Conducta, y las dos restantes se consideraban de carácter multidisciplinario. La lista detallada de estas revistas se presenta en el Tabla 2, en donde se especifican sus áreas de clasificación y otros datos relevantes.

Una vez definidas las fuentes documentales, se procedió a la fase de búsqueda de publicaciones dentro de estas revistas, empleando las palabras clave y sus combinaciones previamente establecidas en la estrategia de búsqueda. Como resultado de este proceso, se localizaron 525 publicaciones que cumplían inicialmente

con los criterios de selección definidos para la revisión sistemática.

Posteriormente, se llevó a cabo una primera revisión de los resultados obtenidos con el fin de identificar y eliminar posibles duplicados, asegurando así que cada publicación representara un aporte único dentro del corpus analizado. Como resultado de esta depuración, se descartaron 158 publicaciones que se encontraban repetidas o que, tras un análisis más detallado, no cumplían completamente con los requisitos de la investigación. De esta manera, el número total de documentos que avanzaron a la siguiente fase de cribaje y evaluación de elegibilidad se redujo a 367.

En la etapa de cribaje, se aplicaron los criterios de exclusión definidos en el protocolo de la investigación con el objetivo de asegurar que solo los estudios más relevantes fueran considerados para el análisis final. Como resultado de esta fase, se descartaron 334 publicaciones que, si bien en un inicio parecían cumplir con los requisitos, fueron excluidos bajo los criterios establecidos.

Finalmente, tras la aplicación de estos filtros y la distribución de las tareas de revisión cualitativa entre las y los investigadores del equipo de trabajo, se logró conformar un conjunto final de 33 publicaciones que fueron incluidas en la revisión. Estas publicaciones representan el cuerpo de literatura que sustenta el análisis y la discusión de los hallazgos de la investigación. La Figura 1 ilustra gráficamente el proceso de identificación, cribaje y selección de los estudios incluidos en la revisión.

Con el propósito de organizar y analizar de manera sistemática las referencias seleccionadas para la revisión, se empleó el gestor bibliográfico Mendeley para administrar las fuentes y facilitar su consulta. Adicionalmente, se diseñó y utilizó una matriz de análisis en Excel, estructurada con campos específicos que permitieran una exploración detallada de cada publicación. La matriz incluyó cuatro secciones principales:

■ **Tabla 2. Revistas incluidas en la revisión sistemática.**

*Table 2. Journals included in the systematic review.*

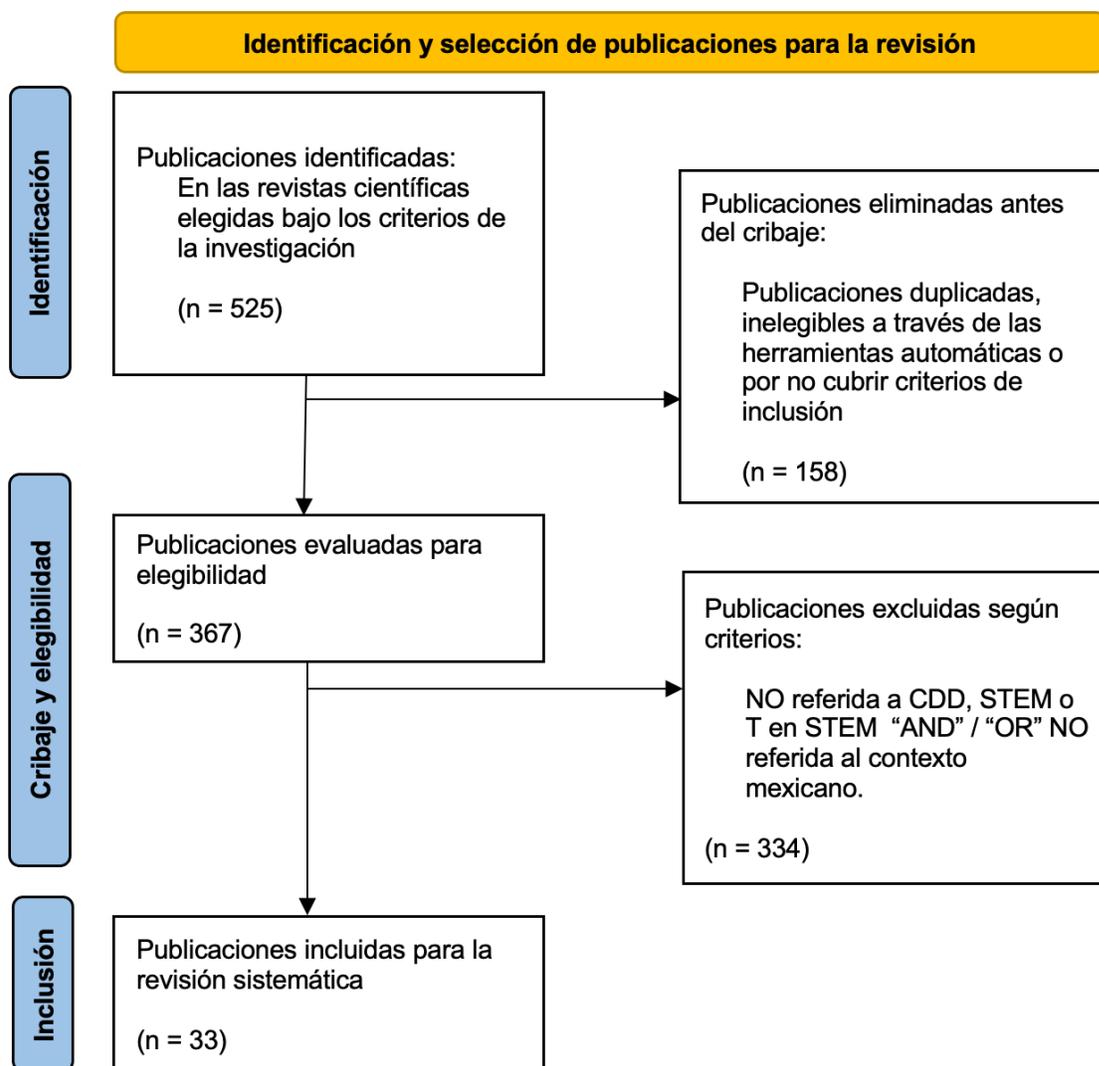
<b>Revista</b>	<b>ISSN</b>	<b>E-ISSN</b>	<b>Temática</b>	<b>Institución Editora</b>
Apertura	1665-6180	2007-1094	Educación	Universidad de Guadalajara
Diálogos Sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa	2007-2171		Educación	Universidad de Guadalajara
Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores	2007-7890	2007-7890	Educación, Política y Valores	Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
Educación Química		1870-8004	Enseñanza de la Química	Universidad Nacional Autónoma de México
IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH	2007-4336	2448-8550	Educación	Red de Investigadores Educativos Chihuahua A.C.
Perfiles Educativos	0185-2698	2448-6167	Investigación Educativa	Universidad Nacional Autónoma de México
Revista de la Educación Superior	0185-2760		Educación superior mexicana, con apertura a la dimensión internacional	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
Revista Electrónica de Investigación Educativa	1607-4041	1607-4041	Educación	Universidad Autónoma de Baja California
Revista Iberoamericana de Educación Superior	2007-2872		Educación	Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación (IISUE), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Universia
Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME	1665-2436	2007-6819	Matemática Educativa	Comité Latinoamericano de Matemática Educativa

Continúa...

<b>Revista Mexicana de Investigación Educativa</b>	1405-6666		Investigación Educativa	Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C.
<b>Sinéctica. Revista Electrónica de Educación</b>	1665-109X	2007-7033	Ciencias de la Educación	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, A.C.
<b>Voces de la Educación</b>	1665-1596	2448-6248	Educación, Procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas, Investigación educativa para la educación superior, Ciencia Política; Sociología; Economía, Políticas Públicas; Educación; Población y Desarrollo	Voces de la educación
<b>Educación Matemática</b>	1665-5826	2448-8089	Educación matemática, sistemas educativos y las políticas educativas en educación matemática, Saberes matemáticos y procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas, Historia y epistemología de las matemáticas y de la educación matemática.	Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática
<b>Innovación Educativa</b>	1665-2673		Investigación educativa para la educación superior	Instituto Politécnico Nacional
<b>CienciaUAT</b>	2007-7521	2007-7858	Multidisciplinaria	Universidad Autónoma de Tamaulipas
<b>RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo</b>	2007-7467		Educación	Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C.

■ **Figura 1. Procedimiento de identificación y selección de las publicaciones basado en la Declaración PRISMA.**

*Figure 1. Procedure for identifying and selecting publications based on the PRISMA Declaration.*



*Nota.* Información adaptada de Page et al. (2021).

1. Datos generales del material: número de entrada, año de publicación, tipo de contribución y nombre de la revista.
2. Información general sobre los autores: nombres, institución de adscripción, ciudad o estado y país de procedencia.
3. Información sintética de las publicaciones: título, palabras clave, resumen, marco teórico, tipo y diseño de investigación, instrumento

utilizado, población participante, nivel educativo abordado y principales resultados.

4. Información bibliométrica: dirección URL, DOI, observaciones relevantes y nombre de la persona responsable de la captura de la información.

La construcción de la matriz en Excel representó una etapa fundamental en el proceso de análisis documental, ya que permitió realizar

un primer nivel de sistematización de la información. En esta fase inicial, se codificaron y organizaron los estudios en función de criterios clave como tipo de estudio, diseño metodológico, población objetivo, instrumentos utilizados y principales hallazgos. Esta categorización preliminar facilitó una lectura comparativa de las publicaciones, lo que hizo posible observar tendencias recurrentes y enfoques predominantes en el corpus analizado.

Posteriormente, el equipo de investigación llevó a cabo una discusión colectiva e interpretativa de los estudios, utilizando la matriz como soporte analítico. Esta revisión en profundidad permitió identificar las temáticas centrales abordadas por los autores, así como los enfoques teóricos y prácticos que sustentan sus contribuciones. A partir de este análisis, se desarrolló una clasificación general de líneas de trabajo que articulan las investigaciones revisadas en torno a los siguientes ejes:

- STEM y tecnología: estudios centrados en la integración de herramientas tecnológicas en experiencias educativas desde el enfoque STEM.
- STEM y otras temáticas: investigaciones que abordan la educación STEM en relación con cuestiones como la brecha de género o el aumento de vocaciones STEM.
- STEM, tecnología y competencias digitales docentes: trabajos que analizan la relación entre el enfoque STEM y el desarrollo de competencias digitales en el profesorado.
- Competencias digitales en distintas vertientes: investigaciones que exploran las competencias digitales desde diversas perspectivas, incluyendo estudios diagnósticos, propuestas de formación continua y programas de capacitación profesional.

Esta clasificación no sólo permitió delimitar áreas temáticas relevantes dentro del campo de estudio, sino que también sentó las bases para identificar vacíos y oportunidades de pro-

fundización sobre educación STEM, tecnología y competencias digitales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuatro de las 17 fuentes que cubrían el requisito de inclusión (Educación Química, Revista Electrónica de Investigación Educativa, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa y CienciaUAT) no se encontraron publicaciones con los criterios de inclusión y exclusión de esta investigación. Finalmente, 14 revistas se convirtieron en las fuentes para esta revisión de literatura. La Tabla 3 muestra el número de publicaciones por revista y año de publicación incluidas en esta revisión.

Como se observa en la Figura 2, el volumen de publicaciones creció a partir del 2020, quizá debido a la temática de interés considerada para este estudio, principalmente en lo relativo a las competencias digitales docentes. En ese año, el sistema educativo mexicano recibió la pandemia de Covid-19 viéndose obligado a parar actividades presenciales e implementar procesos de enseñanza de emergencia vía remota (Sánchez Mendiola, 2020). La pandemia obligó al profesorado a repensar sus habilidades y responsabilidades de enseñanza de manera inmediata para poder continuar con sus cursos, eligiendo contenidos esenciales e intentando no perder de vista los objetivos de aprendizaje, habilidades y actitudes que debían adquirir sus estudiantes. Tuvieron que migrar en tiempo récord sus asignaturas a modalidades a distancia o mixtas, haciendo uso de diversas tecnologías para mediar su enseñanza, casi todas bajo la opción virtual. Se vieron forzados a encontrar nuevas formas de enseñar y de promover aprendizajes, para muchos muy alejadas de las que día a día, bajo los modelos presenciales, conocían. Algunos de ellos sin suficientes habilidades tecnológicas, con limitaciones en cuanto a equipo de cómputo o conexión a Internet, o con la urgente necesidad de adaptar sus materiales de aprendizaje a la enseñanza virtual. Múltiples estudios sobre competencias digitales necesarias para enfrentar la contingencia sanitaria se llevaron a

■ **Tabla 3. Artículos incluidos en la revisión sistemática por fuente y año de publicación.**

*Table 3. Articles included in the systematic review by source and year of.*

Revista	Artículos	Año de publicación
Apertura	1	2017
	1	2018
	3	2021
	2	2023
	2	2024
Diálogos Sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa	1	2020
	1	2022
Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores	1	2019
	1	2020
	1	2022
	2	2023
		2024
IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH	1	2020
Innovación Educativa	1	2020
		2022
Perfiles Educativos	1	2022
	1	2023
RESU Revista de la Educación Superior	1	2022
Revista Iberoamericana de Educación Superior	1	2019
Revista Mexicana de Investigación Educativa	2	2022
RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo	1	2021
		2024
Sinéctica. Revista Electrónica de Educación	1	2014
Voces de la educación	1	2020
Educación Matemática	2	2023
<b>Total de artículos:</b>	<b>33</b>	

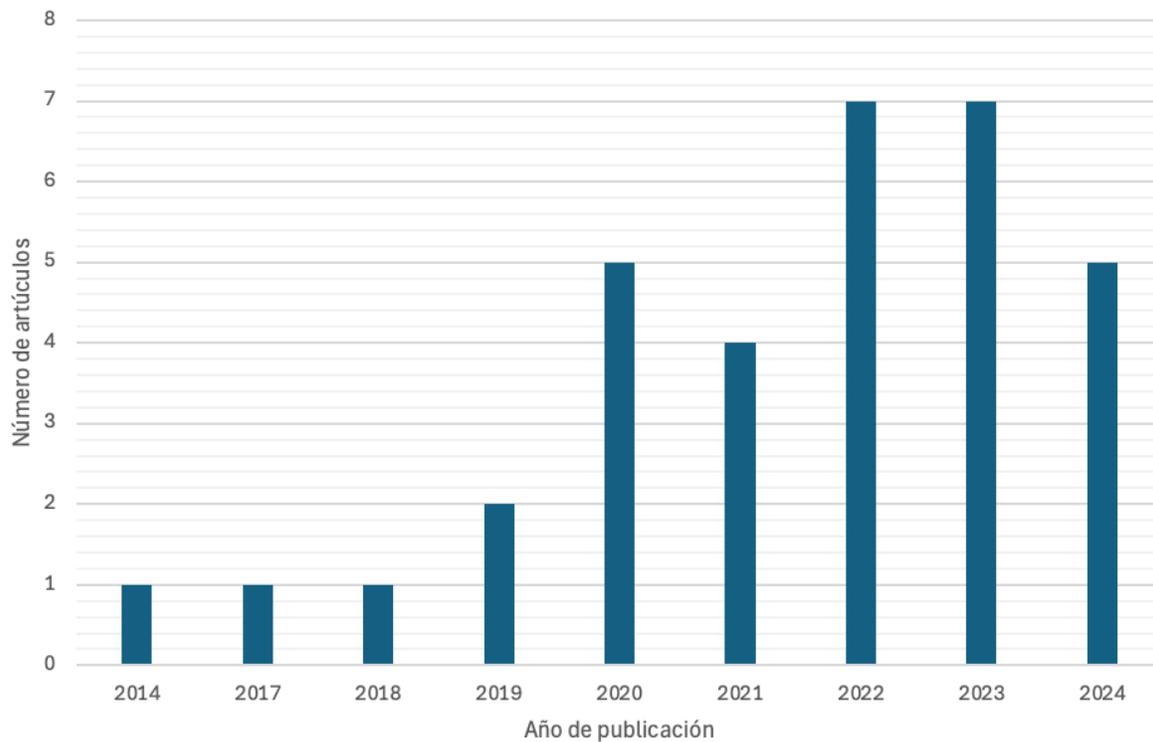
cabo durante esos años, además de recuentos y trabajos al respecto. El incremento de estudios publicados en esos años puede explicarse en parte por esta situación.

Si bien uno de los criterios de inclusión fue que los artículos abarcaran el periodo 2014-2024, la mayoría de los estudios sobre STEM o competencias digitales en México publicados en las revistas seleccionadas, corresponden al año 2019 en adelante. Sólo tres artículos fueron publicados antes de ese año, y todos están relacionados con competencias docentes en el uso y formación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Sin embargo, los estudios realizados en esos años se centraban

en identificar las competencias, la formación y el uso que el profesorado hacía de las tecnologías básicas de la información y la comunicación. Esto incluía habilidades como el manejo del hardware, el uso de herramientas para procesar información, y el empleo de aplicaciones como procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, software gráfico y educativo. También se contemplaba el uso de navegadores de Internet, programas de comunicación (correo electrónico, herramientas de publicación, mensajería y foros), presentaciones multimedia y aplicaciones de gestión. Actualmente, muchas de estas competencias se consideran conocimientos básicos o implícitos en el profesorado.

■ **Figura 2. Artículos por año de publicación.**

*Figure 2. Articles by year of publication.*



Durante los primeros cinco años del periodo analizado (2014-2018), no se identificaron publicaciones sobre educación STEM en México. Esta ausencia puede atribuirse a la incorporación reciente de este enfoque educativo en el país. Un antecedente importante en este proceso fue la creación, en 2017, de Movimiento STEM, una asociación civil sin fines de lucro que ha desempeñado un papel relevante en la promoción y difusión de la educación STEM en el contexto nacional (Gras y Alí, 2023; Gras y Alí, 2021; Alianza para la Promoción de STEM, 2019).

Movimiento STEM promueve la enseñanza integrada de la ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas, estableciendo alianzas con empresas, fundaciones, organismos internacionales y gobiernos para impulsar iniciativas educativas innovadoras. Actualmente, colabora de forma activa con las autoridades educativas del país en el acompañamiento de la reforma curricular de la Nueva Escuela Mexicana, buscan-

do integrar este enfoque en el sistema educativo nacional (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022).

### **Los hallazgos a la luz de los objetivos de la revisión sistemática**

Esta revisión sistemática se desarrolló planteando dos objetivos. En primer lugar, se buscó examinar cómo se ha integrado la tecnología en experiencias educativas STEM en distintos niveles educativos en el contexto nacional. En segundo lugar, se pretendió identificar las competencias digitales que resultan esenciales para que el profesorado pueda incorporar la tecnología de forma efectiva en la enseñanza integrada de disciplinas STEM. Este apartado presenta los hallazgos en torno a estos objetivos, a partir del análisis de las fuentes incluidas en la revisión.

*Objetivo 1. Examinar la integración de la tecnología en experiencias STEM en distintos niveles educativos del país y sus efectos.*

A pesar de que la esencia de la educación STEM radica en la integración de las ciencias, la ingeniería y las matemáticas con la tecnología, pocos estudios en el contexto mexicano han abordado directamente cómo la tecnología se integra y transforma las experiencias didácticas STEM.

Dentro de las publicaciones revisadas, se identifican únicamente dos investigaciones que examinan el uso de tecnología en una experiencia didáctica con enfoque STEM en poblaciones mexicanas.

El primero de ellos (Cerdeña-Luque et al., 2023), investiga los efectos de usar lo que los autores denominan un 'objeto de aprendizaje STEAM' en una situación didáctica para la promoción del patrimonio cultural rupestre en Tamaulipas dirigida a niñas y niños de nivel primaria. La experiencia consiste en un microtaller de ciencia para conocer pinturas rupestres de Tamaulipas a través de un objeto de aprendizaje basado en fotografía semi-inmersiva de 720 grados y un posterior taller de arte para expresar en lajas de piedra mensajes rupestres. Los análisis reportados demuestran que existe un efecto positivo entre el uso del objeto de aprendizaje STEAM y la orientación hacia la investigación y el cuidado patrimonial rupestre en niñas y niños.

El segundo estudio analiza el efecto de la gamificación en situaciones didácticas STEM. Sus hallazgos permiten diferenciar entre gamificación, juegos educativos serios y aprendizaje basado en juegos, proporcionando un marco de referencia para comprender cómo los docentes pueden integrar estos enfoques en sus prácticas.

En general, aunque la tecnología está presente en la educación en México, su integración en situaciones didácticas con enfoque STEM no ha sido suficientemente investigada ni documentada en la literatura revisada. Sin embargo, más allá de la presencia y efectos de la tecnología en situaciones didácticas STEM, hay artículos publicados en el periodo elegido

que abordan la cuestión STEM, bajo otras perspectivas.

Estas investigaciones buscan comprender la brecha existente entre hombres y mujeres en carreras y profesiones científico-tecnológicas, como la de Hernández (2021), que propone un modelo de medición que explica el fenómeno de las mujeres en STEM considerando variables relacionadas con las creencias masculinas, las aspiraciones, las estrategias de afrontamiento, el mercado laboral, la escuela y el gusto por las matemáticas. También el estudio de Magaña et al. (2024) que presenta la validación de un instrumento para identificar las perspectivas de las estudiantes sobre el apoyo de la familia y el profesorado en el fomento por carreras en ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas en instituciones de educación media superior en zonas rurales.

Con otro prisma, el estudio de Ocegueda et al. (2022) analiza el impacto de las carreras STEM sobre la productividad, la actividad industrial y el crecimiento económico en México, mientras que el de Bucio-Gutiérrez et al. (2024) examina la posibilidad de implementar situaciones didácticas STEM dirigidas a niñas y niños con discapacidad cognitiva desde la perspectiva de psicólogos expertos.

En suma, aunque la tecnología es un componente esencial del enfoque STEM, su integración en experiencias didácticas en México ha sido poco documentada. Las investigaciones disponibles muestran efectos positivos, pero siguen siendo escasas. Paralelamente, la producción académica ha comenzado a abordar el enfoque STEM desde otras dimensiones, como la equidad de género, la inclusión y el impacto económico, lo que refleja un campo en expansión y en camino de consolidación.

*Objetivo 2. Determinar las habilidades digitales esenciales para el profesorado para incorporar la tecnología de manera efectiva en la enseñanza STEM*

En relación con el segundo objetivo de este trabajo, se identificaron estudios que abordan

las competencias digitales docentes, aunque la mayoría de ellos no lo hace desde una perspectiva vinculada a la integración de la tecnología en experiencias educativas con enfoque STEM.

De manera específica, solo un estudio establece una conexión directa entre las competencias digitales y el enfoque STEM. Se trata de la investigación realizada por Ramírez y Casillas (2022), quienes analizan los saberes digitales de mujeres que cursan carreras en el ámbito STEM. Para ello, emplean su propia teoría de los saberes digitales, entendida como un esquema que permite reconocer los conocimientos, habilidades, destrezas y sentidos de uso de las TIC en la educación (Ramírez y Casillas, 2022).

Entre los hallazgos principales, los autores destacan que, en la universidad donde se llevó a cabo el estudio, las mujeres participan en carreras STEM en proporciones similares a los hombres y que, en términos de competencias digitales, muestran un nivel de desempeño igual o incluso superior al de sus compañeros hombres.

No obstante, aunque esta investigación articula las temáticas de competencias digitales y carreras STEM, no aborda de manera específica las competencias digitales docentes ni la manera en que estas inciden en la integración pedagógica de la tecnología en entornos educativos con enfoque STEM.

En las publicaciones revisadas, se resaltan distintas líneas de trabajo en cuanto a competencias digitales. En primer término, se reportan diagnósticos del nivel de competencia digital en docentes y/o estudiantes en distintos niveles educativos y propuestas de formación continua para el desarrollo de la competencia digital. Estas evaluaciones diagnósticas muestran variaciones en el nivel de competencia digital docente según factores como la edad, la experiencia previa en el uso de tecnología y el acceso a recursos tecnológicos en las instituciones.

Entre el estudio más antiguo en esta línea de indagación (Ramírez, 2014), que ya desde 2014 busca identificar las competencias básicas en tecnologías de la información y comunicación (TIC) del profesorado de educación primaria y definir las necesidades de formación en este ámbito, hasta las más recientes publicaciones (por ejemplo, Amaya et al., 2018; Arellano y Andrade, 2020; Arizmendi, 2020; Chávez-Márquez y De los Ríos, 2022) se observa un cambio importante en lo que se conceptualiza como competencia tecnológica y digital.

Entre los trabajos se reporta también la evaluación de competencias digitales durante la pandemia de COVID-19 (George, 2021; González-Fernández, 2021) incluida una revisión sistemática acerca de las habilidades digitales docentes en el momento de migrar a la virtualidad durante el confinamiento, que indica que “la competencia digital docente aún no presenta un nivel óptimo, por lo que la propuesta de solución más recurrente es su formación y desarrollo” (Zempoalteca et al., 2023, p. 102).

En otro orden de ideas, se reportan también estudios que examinan los modelos de competencias docentes para el mundo digital ampliamente aceptados, los cuales enfatizan la importancia de no sólo educar para el uso de las herramientas tecnológicas, sino también para comprender su potencial en el desarrollo del pensamiento crítico y la competencia ciudadana. Como ejemplos representativos de estos modelos, destacan el Marco de Competencias Digitales Docentes de la UNESCO (2019) y el Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores: DigCompEdu (Redecker, 2020). Resaltamos el estudio de Cabero-Almeñana et al. (2022) en esta vertiente de indagación.

Finalmente, se reportan también trabajos que examinan la relación entre percepción de la competencia digital y el uso de tecnología para la docencia. Estos estudios reportan evidencia de que los docentes que perciben un mayor nivel de competencia digital tienden a integrar la tecnología de manera más frecuente en su

práctica docente. Sin embargo, no siempre es así. En la investigación de Pérez y Andrade (2020) aun cuando los docentes manifiestan tener un nivel medio de competencia digital y alto uso de recursos tecnológicos, estos factores no inciden en el desarrollo de propuestas estratégicas de integración de la tecnología a sus prácticas pedagógicas.

Se observa entonces que, aunque existe un cuerpo creciente de investigaciones sobre competencias digitales docentes en México, la mayoría no se vincula directamente con la enseñanza STEM. Las líneas de trabajo identificadas —diagnósticos de competencia digital, análisis de modelos teóricos y relación entre percepción y uso de tecnología— han aportado información valiosa sobre el nivel de preparación tecnológica del profesorado, sin embargo, persiste un vacío en cuanto a la identificación específica de habilidades digitales esenciales para integrar pedagógicamente la tecnología en entornos educativos con enfoque STEM, lo cual subraya la necesidad de investigaciones más focalizadas en este ámbito.

## CONCLUSIONES

A pesar del reconocimiento del papel central de la tecnología en la educación STEM, en el contexto mexicano aún existen pocos estudios que exploren de manera directa su integración en experiencias didácticas bajo este enfoque. La escasa evidencia empírica disponible demuestra que el uso de recursos tecnológicos puede tener efectos positivos en la motivación, el aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas en estudiantes. No obstante, la literatura sigue siendo limitada. Por otro lado, la investigación sobre educación STEM en México ha comenzado a expandirse hacia otras áreas relevantes, como la equidad de género en carreras científicas, el impacto económico de las profesiones STEM y la inclusión de poblaciones con discapacidad. Esto indica un interés creciente por abordar el enfoque STEM desde una perspectiva multidimensional, aunque persiste la necesidad de generar mayor conocimiento sistemático sobre el uso e impacto de la tecnología en situaciones didácticas

cas STEM que la integren de manera efectiva con las formas de hacer y pensar de la ciencia, la ingeniería y las matemáticas para la resolución de problemas cercanos a los estudiantes.

El análisis de la literatura sugiere que, aunque las competencias digitales docentes han sido objeto de diversas investigaciones en el contexto mexicano, su articulación con la enseñanza STEM sigue siendo escasa. Predominan los estudios centrados en diagnósticos del nivel de competencia digital en docentes y estudiantes, así como en la adopción o adaptación de modelos internacionales para su evaluación y formación. Estas investigaciones han sido útiles para identificar factores que inciden en el nivel de competencia digital —como la edad, la experiencia profesional o el acceso a recursos tecnológicos— y para promover propuestas de formación continua. Asimismo, se ha documentado una relación variable entre la percepción de competencia digital y el uso efectivo de la tecnología en la práctica docente.

No obstante, aún se carece de estudios que profundicen en las habilidades digitales específicas que requiere el profesorado para diseñar, implementar y evaluar experiencias educativas STEM que integren de manera efectiva la tecnología. La única investigación localizada que relaciona directamente las competencias digitales con el ámbito STEM lo hace desde la perspectiva de estudiantes universitarias, y no desde la mirada pedagógica docente. Esta ausencia de estudios integradores representa una limitación significativa para comprender cómo formar a las y los docentes en el uso pedagógico eficiente de la tecnología en contextos STEM.

Estos resultados dirigen la atención hacia tres implicaciones relevantes para favorecer la implementación efectiva de la Educación STEM en el contexto mexicano.

El análisis revela una limitada producción de conocimiento sistemático sobre el uso pedagógico de la tecnología en el marco de situaciones didácticas STEM. Esto representa una li-

mitación importante para el diseño de políticas educativas y programas de formación sustentados en evidencia. Resulta prioritario impulsar investigaciones que profundicen en la comprensión de los efectos que tiene la integración tecnológica en situaciones didácticas con enfoque STEM y de las competencias digitales docentes necesarias para su implementación, que se conviertan en referentes para el diseño de estrategias educativas STEM contextualizadas, pertinentes y promotoras de aprendizajes científico-tecnológicos y competencias ciudadanas en los estudiantes.

Otra implicación importante es la necesidad de avanzar en la formación de competencias digitales docentes vinculadas específicamente al enfoque STEM. Si bien existen investigaciones que exploran el nivel general de competencia digital en el profesorado, son escasos los estudios que abordan las habilidades necesarias para diseñar, implementar y evaluar experiencias educativas STEM con integración de tecnología. Es fundamental, por tanto, que los programas de formación docente incorporen temáticas y experiencias sobre el uso pedagógico de tecnologías digitales con enfoque STEM.

Finalmente, los resultados de esta revisión nos obligan a reflexionar sobre el diseño pedagógico de situaciones STEM que contemplen una verdadera integración tecnológica. Aunque la escasa evidencia empírica disponible sugiere que el uso de tecnologías digitales puede tener efectos positivos en la motivación, el aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, estas tecnologías deben dejar de concebirse únicamente como herramientas de apoyo y ser integradas de forma significativa en el diseño pedagógico. Para ello, es necesario que las situaciones didácticas propicien la resolución de problemas reales mediante procesos auténticos de experimentación, modelado, programación, análisis de datos o simulación, que vinculen las prácticas propias de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta perspectiva exige rebasar la lógica instrumental de la tecnología y promover su uso como un medio para desarrollar pensamiento crítico, creatividad y colaboración en contextos cercanos de los estudiantes.

---

## REFERENCIAS

- Alianza para la Promoción de STEM. (2019). *Visión STEM para México*. <https://movimientostem.org/publicaciones-2/>
- Amaya, A., Zúñiga, E., Salazar, M., y Ávila, A. (2018). Empoderar a los profesores en su quehacer académico a través de certificaciones internacionales en competencias digitales. *Apertura*, 10(1), 104–115. <https://doi.org/10.32870/Ap.v10n1.1174>
- Arellano, A. I., y Andrade, R. A. (2020). Competencias digitales docentes en profesores universitarios. *Innovación Educativa*, 20(83), 33–51. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-2673202000020033&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-2673202000020033&script=sci_abstract)
- Arizmendi, S. (2020). Estrategias para el desarrollo de competencias digitales con fines didácticos: Un estudio de caso. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v34i1.2212>
- Bucio-Gutiérrez, D., Barrios, A. X., Calvillo-Villicaña, M. E., Cerda-Luque, P. A., y Reyna-Castillo, M. (2024). ¿Es posible la inclusión STEAM en la educación especial? Aproximaciones pedagógicas en la voz de expertos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 11(3). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i3.4118>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., y Palacios-Rodríguez, A. (2022). Validación del Marco Europeo de Competencia Digital Docente mediante ecuaciones estructurales. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(92), 185–208. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662022000100185](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662022000100185)

Cerda-Luque, P. A., Suárez-Escalona, R., Cavazos-Salazar, R. L., y Reyna-Castillo, M. (2023). Objeto de aprendizaje STEAM para la promoción del patrimonio cultural rupestre en Tamaulipas: Niños y niñas en un “Día del investigador UAT”. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11iEspecial.3885>

Chávez-Márquez, I. L., y De los Ríos, H. J. (2022). Competencias digitales en docentes universitarios de ciencias exactas frente al cambio a la virtualidad. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v10i1.3242>

Chiu, T. K. F., y Li, Y. (2023). How can emerging technologies impact STEM education? *Journal for STEM Educational Research*, 6, 375–384. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>

Couso, D. (2017). ¿Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Ciències*, 34, 22–30. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>

Couso, D., Domènech, J., Simarro, C., López, V., & Grimalt-Àlvaro, C. (2022). Perspectivas, metodologías y tecnologías en el despliegue de la educación STEM. *Ciències*, 44(22), 56–72. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.470>

Couso, D., y Simarro, C. (2020). STEM education through the epistemological lens: Unveiling the challenge of STEM transdisciplinarity. En C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, & L. D. English (Eds.), *Handbook of research on STEM education* (pp. 17–28). Routledge.

Ellis, J., Wieselmann, J., Sivaraj, R., Roehrig, G., Dare, E., y Ring-Whalen, E. (2020). Toward a productive definition of technology in science and STEM education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(3), 472–496. <https://citejournal.org/volume-20/issue-3-20/science/toward-a-productive-definition-of-technology-in-science-and-stem-education>

George, C. E. (2021). Competencias digitales básicas para garantizar la continuidad académica provocada por el Covid-19. *Apertura*, 13(1), 36–51. <https://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1942>

González-Fernández, M. O. (2021). Competencias digitales del docente de bachillerato ante la enseñanza remota de emergencia. *Apertura*, 13(1), 6–19. <https://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1991>

Gras, M., y Alí, C. (2021). *Estrategia Educación STEM para México: Visión de éxito intersectorial del eje estratégico Educación STEM – Educación con perspectiva de género y foco en mujeres*. Movimiento STEM. [https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/Visi%C3%B3n-de-%C3%89xito-Intersectorial\\_Eje-Inclusi%C3%B3n-G%C3%A9nero.pdf](https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/03/Visi%C3%B3n-de-%C3%89xito-Intersectorial_Eje-Inclusi%C3%B3n-G%C3%A9nero.pdf)

Gras, M., y Alí, C. (2023). *Educación STEM y su aplicación: Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Movimiento STEM. [https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2023/08/Educacion-STEM-y-su-aplicacion\\_-preescolar-y-primaria.pdf](https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2023/08/Educacion-STEM-y-su-aplicacion_-preescolar-y-primaria.pdf)

Hernández, C. A. (2021). Modelo de ecuaciones estructurales, alternativa para medir el fenómeno de las mujeres STEM en México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.977>

Hidroğlu, Ç. N., y Karakaş, A. (2022). Transdisciplinary role of technology in STEM education. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 276–293. <https://doi.org/10.52380/mojet.2022.10.4.411>

Honey, M., Pearson, G., y Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press.

International Technology Education Association. (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. <https://blogs.ubc.ca/dandt/files/2014/08/TechLitStandards.pdf>

Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., y Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7, Artículo 11. <https://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1942>

Marrero, M. E., Gunning, A. M., y Germain-Williams, T. (2014). What is STEM education? *Global Education Review*, 1(4), 1–6. <https://ger.mercy.edu/index.php/ger/article/view/135>

Ocegueda, M. T., Pimienta, R. B., y Mungaray, A. (2022). Educación superior, industria y crecimiento económico en México. *RESU. Revista de la Educación Superior*, 51(201), 131–151. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602022000100111&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602022000100111&script=sci_abstract)

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Pérez, E. A., y Andrade, R. A. (2020). Orientación de la competencia digital del profesor universitario en las propuestas de integración de TIC. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11(0), e905. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v11i0.905](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.905)

Ramírez, C. M. (2014). Análisis de las competencias básicas en TIC del profesorado de educación primaria. *Sinéctica. Revista Electrónica de Educación*, 42, 1–17. <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/74>

Ramírez, A., y Casillas, M. A. (2022). Los saberes digitales de las mujeres en STEM. *Innovación Educativa*, 22(89), 9–30. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-26732022000200009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732022000200009)

Redecker, C. (2020). *Marco europeo para la competencia digital de los educadores: DigCompEdu* (Fundación Universia & Ministerio de Educación y Formación Profesional de España, Trad.). Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. (Obra original publicada en 2017).

Ring-Whalen, E., Dare, E., Roehrig, G., Titu, P., y Crotty, E. (2018). From conception to curricula: The role of science, technology, engineering, and mathematics in integrated STEM units. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(4), 343–362. <https://doi.org/10.18404/ijemst.440338>

Sánchez Mendiola, M. (2020, noviembre 27). *La UNAM y la pandemia. Crisis y oportunidades* [Grabación en vivo]. XIV Curso Interinstitucional: La educación superior hoy. De las certezas a la incertidumbre. Programa Universitario de Estudios sobre Educación Superior, Sesión 10. [https://www.youtube.com/watch?v=ut30XCu\\_3pE&list=PLNUZJBV0eon-jBx02dj6XihV-qSYAaNuUW&index=12](https://www.youtube.com/watch?v=ut30XCu_3pE&list=PLNUZJBV0eon-jBx02dj6XihV-qSYAaNuUW&index=12)

Secretaría de Educación Pública. (2022, marzo 30). Boletín SEP no. 74. *Entregan SEP y Movimiento STEM el Premio Docentes Extraordinarios*. <https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-sep-no-74-entregan-sep-y-movimiento-stem-el-premio-docentes-extraordinarios-2022>

Sivaraj, R., Ellis, J., y Roehrig, G. (2019). Conceptualizing the T in STEM: A systematic review. En K. Graziano (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1245–1254). Association for the Advancement of Computing in Education.

Thomas, J., Kneale, D., McKenzie, J. E., Brennan, S. E., y Bhaumik, S. (2024). Chapter 2: Determining the scope of the review and the questions it will address [última actualización: agosto, 2023]. En J. P. T. Higgins, J. Thomas, J. Chandler, M. Cumpston, T. Li, M. J. Page, & V. A. Welch (Eds.), *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (versión 6.5). Cochrane. <https://www.training.cochrane.org/handbook>

UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>

Zempoalteca, B., González, J., y Guzmán, T. (2023). Competencia digital docente para la mediación en ambientes virtuales mixtos. *Apertura*, 15(1), 102–121. <https://doi.org/10.32870/Ap.v15n1.2276>