

MENTOR

Revista de Investigación Educativa y Deportiva

Volumen 5

Número
Especial 2

2026

Director: Ph.D. Richar Posso Pacheco

Email: rjposso@revistamentor.ec

Web: <https://revistamentor.ec/>

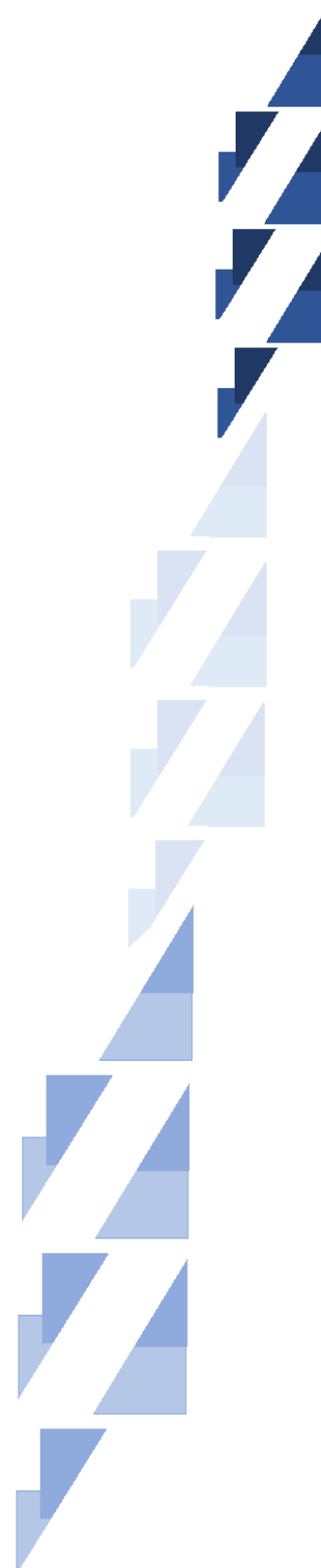
Editora en Jefe: Ph.D. Susana Paz Viteri

Coordinador Editorial: Ph.D. (c) Josue Marcillo Ñacato

Coordinadora Comité Científico: Ph.D. Laura Barba Miranda

Coordinadora Comité de Editores: Msc. María Gladys Cóndor Chicaiza

Coordinador del Consejo de Revisores: Ph.D. Javier Fernández-Rio



Revisión

Use of Digital Tools in the Teaching of Clinical Pharmacology from an Evolutionary ICT-LKT-EPT Approach

Uso de herramientas digitales en la enseñanza de la farmacología clínica desde un enfoque evolutivo TIC-TAC-TEP

Carolina Sánchez Sánchez ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3780-1197>

Mario Carrera Ortega ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2808-6607>

Víctor Hugo Sampayo Pelcaztre ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6732-9200>

Valeria Natalhie Bahena Juárez ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4572-0223>

José Cabrera Hernández ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6272-3764>

Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Puebla-México ¹

Autor de correspondencia

carolina.sanchez@usalud.edu.mx

Recibido: 04-02-2026

Aceptado: 10-04-2026

Disponible en línea: 15-04-2026

Abstract

The teaching of clinical pharmacology has incorporated various digital technologies, whose use can be analyzed through the ICT-LKT-EPT model. The objective was to identify their application in medical students through a qualitative systematic review of articles published between 2010 and 2026 in PubMed, Scopus, Web of Science, ERIC, and SciELO, following the PRISMA 2020 statement and a categorical analysis at three levels: ICT, LKT, and EPT. Thirty studies were included, with a predominance of descriptive designs and literature reviews, and a lower proportion of quasi-experimental and qualitative studies. The results showed a predominance of technologies classified as ICT, mainly oriented toward access to information, as well as a relevant presence of LKT focused on guided learning. In contrast, EPT, related to active participation and collaborative knowledge construction, were less frequent. Overall, these findings indicate that the use of digital technologies in clinical pharmacology education is concentrated at the levels of information access and guided learning, with a lower representation of approaches focused on active participation, in accordance with the ICT-LKT-EPT model.

Keywords: Clinical pharmacology, Medical education, ICT-LKT-EPP, Educational technology

Resumen

La enseñanza de la farmacología clínica ha incorporado diversas tecnologías digitales, cuyo uso puede analizarse mediante el modelo TIC-TAC-TEP. El objetivo fue identificar su aplicación en estudiantes de medicina mediante una revisión sistemática cualitativa de artículos publicados entre 2010 y 2026 en PubMed, Scopus, Web of Science, ERIC y SciELO, siguiendo la declaración PRISMA 2020 y un análisis categórico en tres niveles: TIC, TAC y TEP. Se incluyeron 30 estudios, con predominio de diseños descriptivos y revisiones de literatura, y una menor proporción de estudios cuasi-experimentales y cualitativos. Los resultados evidenciaron un predominio de tecnologías clasificadas como TIC, orientadas principalmente al acceso a la información, así como una presencia relevante de TAC enfocadas en el aprendizaje guiado. En contraste, las TEP, relacionadas con la participación activa y la construcción colaborativa del conocimiento, fueron menos frecuentes. En conjunto, estos hallazgos indican que el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la farmacología clínica se concentra en niveles de acceso a la información y aprendizaje guiado, con menor representación de enfoques centrados en la participación activa, de acuerdo con el modelo TIC-TAC-TEP.

Palabras clave: Farmacología clínica, Educación médica, TIC-TAC-TEP, Tecnologías educativas

Introducción

La enseñanza de la farmacología clínica en la educación médica enfrenta un problema clave: la integración de tecnologías digitales como herramientas para desarrollar el razonamiento clínico complejo, más allá de simples repositorios de datos. Aunque la disponibilidad de dispositivos móviles y plataformas digitales ha incrementado significativamente, especialmente tras el contexto derivado de la pandemia por COVID-19, su incorporación no siempre se acompaña de un enfoque pedagógico que permita aprovechar su potencial formativo en una disciplina caracterizada por la densidad de información, la constante actualización de guías terapéuticas, la complejidad intrínseca de la farmacodinamia y la farmacocinética. Esta limitación puede impactar particularmente en la toma de decisiones relacionadas con la prescripción segura. (Reyes-Tirapegui, 2025). Este fenómeno se puede analizar bajo el modelo evolutivo TIC (Tecnologías de Información y Comunicación), TAC (Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento) y TEP (Tecnologías del Empoderamiento y la Participación), el cual permite clasificar el uso de estas herramientas desde el simple acceso informativo hasta el empoderamiento y la participación activa del estudiante de medicina, buscando mitigar deficiencias en recursos sanitarios y optimizar la seguridad del paciente en un futuro desde las etapas formativas.

La evolución de la inteligencia artificial ha contribuido al desarrollo de herramientas digitales aplicadas a la educación médica, desde el acceso a la información (Zhai et al., 2021) hasta la simulación de escenarios clínicos y la toma de decisiones (Kim et al., 2023). En este contexto, la creciente disponibilidad de dispositivos móviles ha transformado el entorno clínico y educativo en un espacio de consulta inmediata. Diversas investigaciones han demostrado que el uso de ecosistemas digitales orientados a la dosificación segura como iDoctus, Medscape o Epocrates contribuye a la reducción de errores de medicación y al desarrollo del razonamiento clínico, y representan una respuesta a la necesidad de acceder a bases de datos farmacológicas actualizadas en el punto de atención (Tala et al., 2022).

Esta integración es vital en la educación médica ya que son espacios donde se les permite a los estudiantes realizar prescripciones seguras mediante el uso de herramientas digitales que permiten el cálculo de dosis y la verificación de interacciones en tiempo real, para así reducir errores asociados a la prescripción, contribuyendo a cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y la práctica clínica (Reyes-Tirapegui, 2025).

Sin embargo, a pesar de esta disponibilidad tecnológica, su despliegue en las aulas de medicina suele carecer de un marco pedagógico que guíe su integración efectiva. La evidencia actual es reveladora, aunque el 97.7% de los profesionales médicos emplean aplicaciones de salud en su práctica diaria, su uso orientado a la docencia y la autocapacitación tiende a limitarse a funciones informativas o administrativas (Mejia et al., 2016). Esta situación confirma que

tradicionalmente, la tecnología se ha reducido a un simple repositorio de datos, desaprovechando su potencial como agente de transformación educativa (Tumbaco-Toala ,2025)

Este uso parcial tiene implicaciones en la formación médica, ya que, aunque los estudiantes tienen acceso a una gran cantidad de información farmacológica, el uso limitado de las herramientas digitales como recursos meramente informativos puede favorecer una comprensión fragmentada del proceso terapéutico. En el contexto de la farmacología clínica, esto se traduce en dificultades para integrar el conocimiento farmacológico con la toma de decisiones clínicas en escenarios reales, lo que refuerza la necesidad de enfoques pedagógicos que promuevan un aprendizaje más integral y aplicado.

A pesar de su relevancia, la literatura existente se ha centrado principalmente en describir la utilidad o aceptación de estas herramientas, sin analizar de manera sistemática el nivel pedagógico en el que operan. En particular, la aplicación del modelo TIC–TAC–TEP en la enseñanza de la farmacología clínica ha sido escasamente explorada, lo que limita la comprensión del impacto educativo real de las tecnologías digitales y dificulta la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas.

Por tanto, el reto actual no reside únicamente en el acceso a la tecnología, sino en su integración dentro de modelos pedagógicos que favorezcan niveles más complejos de aprendizaje. En este sentido, el modelo evolutivo TIC–TAC–TEP adquiere relevancia como un marco conceptual que permite analizar el uso de las tecnologías digitales más allá de su función instrumental, orientándolas hacia el aprendizaje significativo, la participación activa y el desarrollo del juicio clínico. Desde esta perspectiva, la transición hacia este enfoque no implica solo la incorporación de nuevas herramientas, sino una reconfiguración de las estrategias educativas en la enseñanza de la farmacología clínica.

Para abordar esta problemática, el modelo evolutivo TIC–TAC–TEP ofrece un marco conceptual que permite analizar el uso de las tecnologías digitales desde tres niveles progresivos: en un primer nivel, las TIC se orientan principalmente como herramientas de acceso, gestión y consulta de datos, como ocurre con aplicaciones de cálculo de dosis o bases de datos farmacológicas (Moreno-Llanos et al., 2024). En un segundo nivel, TAC implican un uso más complejo de estas herramientas, favoreciendo el desarrollo del razonamiento clínico y la resolución de problemas en contextos educativos y clínicos. Finalmente, las TEP representan un nivel superior en el que los estudiantes no solo utilizan la información, sino que participan activamente en la construcción del conocimiento, el debate clínico y la toma de decisiones colaborativas (Moreno-Llanos et al., 2024).

La integración de estas herramientas en la farmacología clínica no es uniforme, sino que se despliega en un espectro de complejidad creciente que abarca diversas categorías tecnológicas. En

un primer nivel, las plataformas digitales y aplicaciones móviles actúan como herramientas de consulta inmediata y gestión de la información, facilitando la transición de las TIC hacia las TAC al permitir la resolución de problemas en el punto de atención (Tala et al., 2022). En niveles más avanzados, emergen tecnologías inmersivas como la realidad virtual (RV). A diferencia de las aplicaciones de consulta, la RV permite la visualización tridimensional de interacciones moleculares y procesos farmacocinéticos complejos, favoreciendo una comprensión más profunda de los fenómenos farmacológicos, lo que representa el paso hacia TEP, donde el estudiante interactúa con el conocimiento en entornos simulados de alta fidelidad (Kim et al., 2023). Aunque difieren en su nivel de complejidad y en los recursos tecnológicos que emplean, comparten un objetivo común en farmacología, permitir que el error ocurra en un entorno digital controlado antes de llegar al paciente real. Estas tecnologías, aunque distintas en hardware, contribuyen a la construcción de un aprendizaje más seguro, aplicado y progresivamente autónomo, en el que el aula se extiende hacia entornos digitales y virtuales.

Diversos estudios han señalado que la integración de tecnologías digitales, incluyendo aplicaciones móviles, plataformas educativas y entornos de simulación, favorece el desarrollo de habilidades clínicas y del razonamiento terapéutico (Tala et al., 2022). En este sentido, herramientas específicas como la plataforma MATYMAR se inscriben dentro de este tipo de estrategias tecnológicas, al facilitar la toma de decisiones terapéuticas en entornos controlados y reforzar el aprendizaje aplicado en farmacología clínica (Reyes y Tirapegui, 2025). En este escenario, los estudiantes universitarios presentan una alta predisposición al uso de estas tecnologías, buscando ganar autonomía y autogestión en su formación (Agudelo, 2025).

En este contexto, el objetivo de este estudio fue identificar el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la farmacología clínica en estudiantes de medicina con el fin de analizar su aplicación desde el modelo evolutivo TIC–TAC–TEP.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática cualitativa de la literatura siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). El protocolo de la revisión fue registrado en la base de datos PROSPERO con el objetivo de garantizar la transparencia metodológica y reducir sesgos por duplicación.

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en febrero de 2026 en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Web of Science (WoS) y SciELO, seleccionadas por su cobertura en ciencias de la salud y educación médica. Adicionalmente, se utilizó Google Scholar como fuente complementaria para la identificación de literatura gris y estudios no indexados en las bases

principales. Los registros recuperados fueron gestionados mediante una base de datos en hoja de cálculo para la eliminación de duplicados y organización del proceso de selección.

La delimitación temporal (2010–2026) se estableció en función de la evolución reciente de las tecnologías digitales aplicadas a la educación médica, particularmente en farmacología clínica, periodo en el cual estas herramientas pasaron de ser recursos emergentes a componentes estructurales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La estrategia de búsqueda se diseñó de manera específica para cada base de datos, adaptando la sintaxis y los operadores booleanos según los requerimientos de cada motor de búsqueda, con el fin de garantizar la reproducibilidad del estudio. Se emplearon términos controlados (MeSH y DeCS) y palabras clave relacionadas con tecnología digital, educación médica y farmacología clínica.

Para PubMed: ("Education, Medical"[Mesh] OR "Pharmacology, Clinical/education"[Mesh] OR "pharmacology teaching") AND ("Mobile Applications"[Mesh] OR "Computer-Assisted Instruction"[Mesh] OR "mobile learning" OR "ICT" OR "educational applications") AND ("Students, Medical"[Mesh])

Para Scopus: TITLE-ABS-KEY ("educación en farmacología" OR "enseñanza de farmacología clínica" OR "pharmacology teaching") AND TITLE-ABS-KEY ("TIC" OR "aprendizaje móvil" OR "aplicaciones educativas") AND TITLE-ABS-KEY ("estudiantes de medicina" OR "medical students")

Para Web of Science: TS=("educación en farmacología" OR "enseñanza de farmacología clínica" OR "pharmacology teaching") AND TS=("TIC" OR "aprendizaje móvil" OR "aplicaciones educativas") AND TS=("estudiantes de medicina" OR "medical students")

Para Scielo: ("educación médica" OR "farmacología clínica") AND ("herramientas digitales" OR "aplicaciones móviles" OR "inteligencia artificial")

Para Google Scholar: "medical education" "clinical pharmacology" ("digital tools" OR "mobile applications" OR "artificial intelligence")

Google Scholar fue utilizado como fuente complementaria para la identificación de literatura gris. Debido a las limitaciones de su motor de búsqueda, no se aplicaron ecuaciones complejas, sino combinaciones de términos clave y frases exactas en búsquedas sucesivas, con el fin de maximizar la recuperación de estudios relevantes.

La estrategia de búsqueda fue sometida a pruebas piloto con el fin de verificar su sensibilidad y especificidad en la recuperación de estudios relevantes.

Se establecieron los siguientes criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión: Estudios originales (experimentales, cuasi-experimentales y descriptivos), publicados en inglés o español entre 2010 y 2026, que evaluaran el uso de

tecnologías digitales en la enseñanza de la farmacología clínica en estudiantes de medicina. Se consideraron intervenciones educativas basadas en herramientas digitales, incluyendo aplicaciones móviles, plataformas de aprendizaje, entornos de simulación, tecnologías de apoyo a la prescripción y otros recursos orientados al desarrollo del razonamiento clínico.

Criterios de exclusión: Se excluyeron editoriales, cartas al editor, revisiones narrativas y estudios sin evaluación empírica. Asimismo, se excluyeron estudios cuya población no correspondiera a estudiantes de medicina, investigaciones centradas en áreas distintas a la farmacología clínica, y aquellos que no abordan explícitamente el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante tecnologías digitales.

El proceso de selección se realizó en dos fases. En la primera fase, dos revisores evaluaron de manera independiente los títulos y resúmenes de los registros identificados. En la segunda fase, se hizo la revisión a texto completo de los artículos preseleccionados para verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión. Las discrepancias fueron resueltas mediante consenso con un tercer revisor. El proceso incluyó la eliminación de registros duplicados previo al cribado, conforme a las recomendaciones PRISMA.

De acuerdo con este procedimiento, en la fase de identificación se recuperaron un total de 259 registros a partir de las bases de datos consultadas. Posteriormente, se eliminaron los registros duplicados y se procedió al cribado por título y resumen, tras lo cual se seleccionaron 32 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión preliminares (PubMed $n = 13$; Web of Science $n = 3$; SciELO $n = 6$; Google Scholar $n = 10$). En la fase de elegibilidad, se evaluaron los textos completos, identificándose un artículo no recuperado y un duplicado adicional, lo que dio lugar a una muestra final de 30 estudios incluidos en la revisión.

Posteriormente, los estudios incluidos fueron sometidos a un proceso de análisis cualitativo para su categorización.

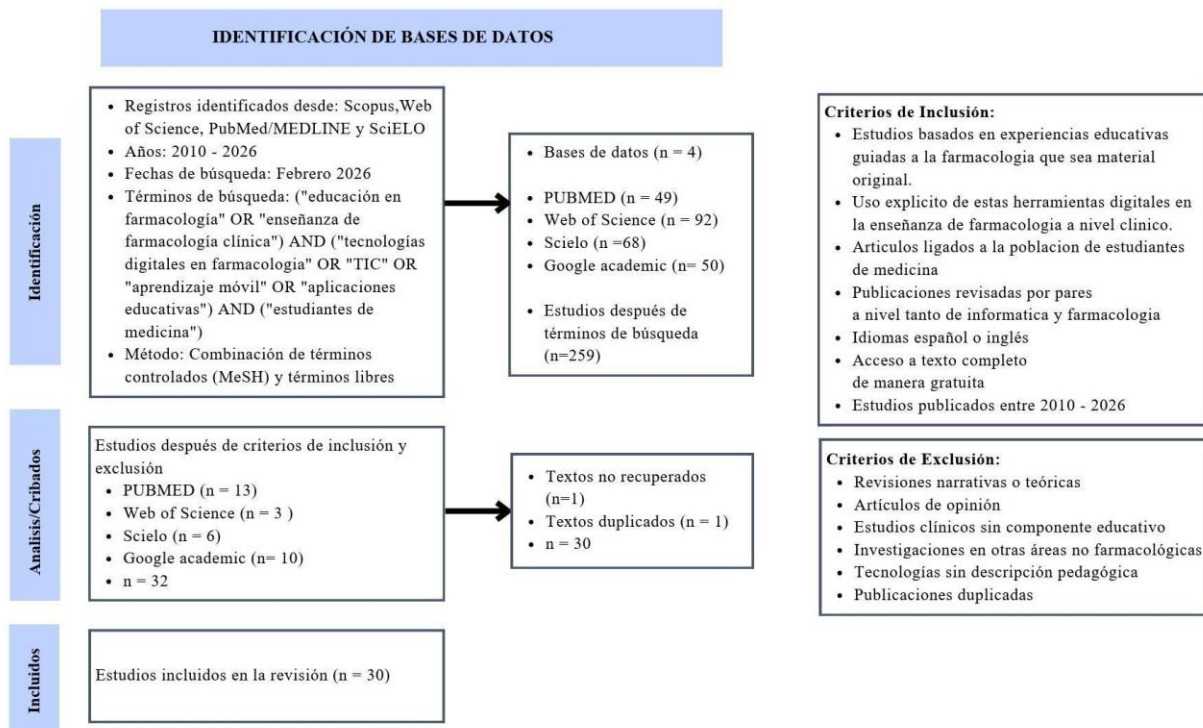
De una muestra final de 30 artículos, se extrajo información clave mediante una matriz de análisis. Este se realizó mediante un enfoque de análisis de contenido cualitativo de tipo deductivo, utilizando el modelo TIC–TAC–TEP como marco teórico predefinido. A partir de este marco, se registraron variables como el tipo de tecnología empleada, el objetivo educativo, el nivel de interacción del estudiante y el contexto de aplicación.

La clasificación de los estudios se llevó a cabo en dos etapas. En una primera fase, dos revisores analizaron de forma independiente el contenido de cada artículo para identificar las características principales de las herramientas tecnológicas. En una segunda fase, los estudios fueron asignados a las categorías TIC, TAC o TEP de acuerdo con criterios operativos previamente definidos: TIC, cuando la tecnología se utilizaba principalmente para el acceso y consulta de información; TAC, cuando promovía el aprendizaje significativo mediante la resolución de problemas o la aplicación clínica del conocimiento; y TEP, cuando implicaba participación activa, co-creación de conocimiento o interacción colaborativa en entornos educativos.

Las discrepancias en la clasificación fueron resueltas mediante consenso entre los revisores, con el objetivo de reducir la subjetividad y garantizar la consistencia del proceso analítico.

Figura 1

Diagrama de PRISMA 2020



Fuente: Elaboración propia, (2026).

Resultados

El análisis de los 30 estudios incluidos permitió identificar la distribución de las experiencias educativas en farmacología clínica según el modelo TIC-TAC-TEP. De estos, 12 estudios (40%) se clasificaron en la categoría TIC, 14 (46.7%) en TAC y 4 (13.3%) en TEP.

Como se muestra en la Tabla 1, los estudios clasificados en la categoría TIC (n=12) se caracterizan por el uso de aplicaciones móviles, bases de datos farmacológicas y herramientas digitales orientadas principalmente a la consulta y gestión de información. En la categoría TAC (n=14), se identificó el mayor número de estudios incluyendo el uso de simuladores clínicos, inteligencia artificial, aprendizaje basado en problemas, gamificación y entornos virtuales. Por su parte, los estudios clasificados en la categoría TEP (n=4) representan la menor proporción del total. En estos casos, las herramientas digitales se vinculan con actividades de aprendizaje colaborativo, uso de redes sociales y estrategias de aprendizaje-servicio, en las cuales los estudiantes participan activamente en la creación y difusión de contenido relacionado con farmacología clínica.

En cuanto a su diseño metodológico se identificaron estudios descriptivos (n=6), revisiones de literatura (n=8) y estudios cuasi-experimentales (n=2). Adicionalmente, se incluyeron revisiones sistemáticas y metaanálisis (n=3), estudios comparativos (n=2), estudios transversales (n=1), estudios piloto (n=1), así como trabajos de carácter teórico, conceptual y de análisis crítico (n=7). La mayoría de los estudios se desarrollaron en entornos de educación médica universitaria (n=24), mientras que un menor número incluyó escenarios clínicos o de práctica profesional (n=6).

En relación con las tecnologías empleadas, predominaron las aplicaciones móviles (n=12), seguidas de plataformas digitales educativas (n=5), herramientas basadas en inteligencia artificial (n=4) y simuladores clínicos (n=2). En menor proporción, se identificaron estrategias que incorporan redes sociales y plataformas colaborativas (n=3) orientadas a la participación activa de los estudiantes. Cabe señalar que algunos estudios incorporaron más de una tecnología, por lo que las categorías no son mutuamente excluyentes.

Tabla 1

Clasificación de las experiencias educativas en farmacología clínica según el modelo evolutivo TIC-TAC-TEP

Autor y año	Metodología/ Contexto	Tecnología	Actividad reportada	Estrategia Didáctica	Clasificación	Justificación de la clasificación
Ventola (2014)	Revisión descriptiva y práctica clínica	Uso de aplicaciones móviles en la práctica clínica	Gestión de información	Aprendizaje ubicuo Informal	TIC	Uso meramente instrumental, la tecnología funciona como un repositorio de información externa
Abd-Alra-zaq et al. (2023)	Análisis exploratorio	Chatbots de IA (GPT-4 / Claude)	Creación de infografías farmacológicas para educación al paciente. Verificación de mecanismos de acción de fármacos nuevos.	Autoestudio guiado	TIC	Se utiliza como motor de búsqueda avanzado. No hay, por sí solo, un análisis crítico sin mediación docente
Burbules (2014)	Análisis teórico y conceptual	Marco general de las TIC	Definición de significados y relevancia educativa	Conceptualización pedagógica	TIC	Establece la base teórica sobre el uso instrumental de la tecnología y su transición hacia fines educativos.
Chavira-García y Arredon	Revisión bibliográfica	Apps móviles	Mejora en servicios de salud y seguimiento	Herramientas de soporte en	TIC	Analiza las aplicaciones como medios para mejorar el acceso y la atención sanitaria

do-López (2017)				salud		
Dussel y Quevedo (2010)	Marco teórico / Foro educativo	Nuevas tecnologías	Análisis de desafíos pedagógicos en la cultura digital	Reflexión pedagógica crítica	TIC	Analiza la tecnología como entorno, sentando las bases para su integración institucional.
González de León et al. (2021)	Revisión y análisis de calidad	Apps de adherencia	Mejora de adherencia a la medicación	Análisis de calidad de software	TIC	Se enfoca en la funcionalidad técnica y calidad para el apoyo al tratamiento.
Selwyn (2011)	Análisis sociológico y teórico	Herramientas digitales diversas	Debate sobre el papel de la tecnología en la educación	Análisis crítico de medios	TIC	Cuestiona el determinismo tecnológico y se enfoca en el uso instrumental y social inicial.
Lugo y Kelly (2011)	Evaluación de políticas públicas	Modelo 1 a 1 (Laptops)	Integración de dispositivos individuales en el aula	Alfabetización digital	TIC	Se centra en el acceso y la dotación tecnológica como primer paso hacia la calidad educativa
Santamaría y Hernández (2015)	Revisión de literatura	Apps Médicas Móviles	Definición de beneficios y riesgos de aplicaciones de salud	Gestión de recursos digitales	TIC	Enfoque en la herramienta móvil como recurso de consulta y apoyo pasivo a la práctica
Martín-Fernández et al. (2020)	Estudio descriptivo	Apps de salud	Evaluación y acreditación de calidad en aplicaciones médicas	Curaduría de contenidos digitales	TIC	Se centra en la validez y seguridad de la tecnología como fuente de información confiable
Tala et al. (2022)	Estudio descriptivo	Apps Médicas	Visión global y local del uso de apps en medicina	Apoyo a la decisión clínica	TIC	Uso instrumental de dispositivos móviles para optimizar la eficiencia en la consulta médica
García Sánchez et al. (2022)	Búsqueda sistemática y análisis	Apps móviles	Información de fármacos en urgencias	Análisis de contenido de apps	TIC	Evaluación de apps como fuentes de información técnica y seguridad
Chahartangi (2026)	Estudio cuasi-experimental y simulación médica	Simuladores de paciente virtual basado en realidad aumentada	Resolución de casos clínicos complejos con retroalimentación inmediata.	Aprendizaje basado en problemas	TAC	El estudiante debe procesar la información para tomar una decisión clínica; hay construcción de aprendizaje significativo
Aloum et al. (2025)	Estudio cualitativo	Gamificación	Competencia de conceptos sobre farmacología en tiempo real.	Gamificación en el aula	TAC	Refuerza conceptos y evalúa la comprensión activa, aunque con menor autonomía que en el nivel TEP
Montaña (2025)	Estudio comparativo	Sistemas de soporte de decisión clínica y ChatGPT	Resolución de casos clínicos evaluando casos presión y tiempo	Aprendizaje basado en evidencia	TAC	La tecnología se usa para mejorar la eficiencia y precisión en el razonamiento clínico y toma de decisiones
Girao et al. (2020)	Revisión integrativa	TICs diversas (software, videos)	Innovación en procesos de enseñanza	Estrategias de innovación pedagógica	TAC	Sistematiza el uso de herramientas para mejorar la formación profesional técnica
Garay Núñez (2020)	Fenomenología crítica	Dispositivos móviles	Apps como estrategia de aprendizaje	Estrategia pedagógica móvil	TAC	El estudiante usa la app como herramienta para construir su aprendizaje
Maggio (2012)	Marco pedagógico	Ambientes de alta tecnología	Inclusión genuina de la tecnología en la enseñanza	Enseñanza enriquecida	TAC	Propone que la tecnología transforme la clase para generar un conocimiento profundo y significativo
Hua et al.	Estudio	Aprendizaje	Comparación entre	Aprendizaje	TAC	Utiliza la tecnología

(2013)	comparativo	combinado	enseñanza tradicional y mixta	mixto		para mejorar la adquisición de conceptos mediante la flexibilidad horaria y de recursos
Mejia et al. (2016)	Estudio transversal	Smartphones y Apps	Autocapacitación y práctica de telemedicina	Autoaprendizaje asistido	TAC	La tecnología se usa activamente para mejorar competencias profesionales y la atención clínica.
Vite y Carrión (2020)	Revisión documental	Entornos virtuales	Aplicación de estrategias didácticas en la virtualidad	Tutoría y mediación virtual	TAC	Se enfoca en el diseño de actividades digitales para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje
Zhai et al. (2021)	Revisión sistemática	Inteligencia artificial	Impacto de la IA en procesos educativos (2010-2020)	Aprendizaje adaptativo	TAC	La IA actúa como mediadora para personalizar y potenciar el conocimiento del estudiante.
Chandra n et al. (2022)	Revisión sistemática y metaanálisis de estudios sobre educación médica.	Aplicaciones móviles (m-Learning) como herramientas de referencia y cálculo clínico.	Mejora de conocimientos teóricos y adquisición de habilidades clínicas prácticas.	Aprendizaje ubicuo (Anytime, Anywhere) autogestión del aprendizaje.	TAC	Demuestra un impacto significativo en el aprendizaje al mejorar el rendimiento académico y la retención de conocimientos mediante la tecnología.
Kim, K. et al. (2023)	Estudio piloto	Realidad virtual	Formación práctica en conceptos de farmacología	Simulación inmersiva	TAC	La RV permite la experimentación en entornos controlados para fijar conocimientos complejos.
Moreno-Llanos et al. (2024)	Desarrollo y validación	App de cálculo de dosis	Cálculo de medicamentos en neonatos y pediatría	Práctica clínica segura	TAC	Herramienta diseñada específicamente para resolver problemas críticos de dosificación y seguridad
González-Pérez et al. (2024)	Revisión narrativa y análisis de implementación en servicios de salud.	Inteligencia Artificial, algoritmos de machine learning y redes neuronales.	Optimización de procesos farmacéuticos: validación de prescripciones, gestión de inventarios y farmacovigilancia.	Alfabetización digital y capacitación técnica para la toma de decisiones clínicas asistidas.	TAC	No se limita al uso instrumental de la herramienta (TIC), sino que se enfoca en cómo la IA genera un nuevo conocimiento para mejorar la práctica clínica, la seguridad del paciente y el aprendizaje profesional continuo en el entorno hospitalario.
Cala Calviño (2022)	Descriptivo transversal	Grupos de WhatsApp	Debate grupal sobre la ética de la prescripción en pacientes terminales.	Aprendizaje colaborativo	TEP	Se genera empoderamiento y participación activa; el conocimiento se co-construye a través del diálogo digital
Beitia Berrotar án (2024)	Proyecto de innovación	Redes sociales (Instagram/ TikTok)	Creación de infografías farmacológicas para educación al paciente.	Aprendizaje servicio digital	TEP	El estudiante se convierte en creador de contenido y líder de opinión; usa la tecnología para impactar en su entorno
Reyes y Tirapegui (2025)	Revisión narrativa	Redes sociales	Impacto de plataformas sociales en formación médica	Aprendizaje en red	TEP	Las redes sociales se usan para la participación, el diálogo profesional y la creación de comunidades
Tumbaco	Estudio	Ecosistema	Integración de los tres	Revolución	TEP	Propone el

y Toala (2025)	descriptivo	TIC-TAC- TEP	niveles en el aula universitaria	didáctica integral	empoderamiento del estudiante como creador de contenido y participe de la transformación social.
---------------------------	-------------	-----------------	-------------------------------------	-----------------------	---

[Al analizar la relación entre el tipo de tecnología y su clasificación pedagógica, se observó que las aplicaciones móviles se concentraron principalmente en la categoría TIC (n=12), orientadas a la consulta y gestión de información. En contraste, las herramientas basadas en inteligencia artificial (n=4) y los simuladores clínicos (n=2) se asociaron predominantemente con la categoría TAC, al involucrar procesos de razonamiento clínico y resolución de problemas. Por su parte, las redes sociales y plataformas colaborativas (n=3) se identificaron exclusivamente en estudios clasificados como TEP, vinculadas con actividades de participación activa y construcción colectiva del conocimiento.

En cuanto a las estrategias didácticas, predominó el aprendizaje basado en problemas, el autoaprendizaje asistido y la gamificación, presentes principalmente en estudios clasificados como TAC. Las actividades reportadas se orientan mayoritariamente a la gestión de información farmacológica y la resolución de casos clínicos, mientras que en menor proporción se identificaron actividades centradas en la creación de contenido, educación al paciente y participación en entornos colaborativos, estas últimas asociadas a la categoría TEP.

Discusión

El análisis comparativo entre las categorías TIC, TAC y TEP, a partir de los 30 estudios incluidos, evidenció una amplia diversidad de recursos tecnológicos aplicados a la enseñanza de la farmacología clínica, incluyendo aplicaciones móviles, simuladores clínicos y plataformas digitales colaborativas. Sin embargo, en los estudios analizados predominó un enfoque descriptivo, reflejado en la frecuencia de revisiones de literatura (n=8), estudios descriptivos (n=6) y trabajos teóricos o de análisis crítico (n=7), mientras que los diseños orientados a la evaluación de intervenciones educativas fueron menos frecuentes, como los estudios cuasi-experimentales (n=2) y comparativos (n=2). Este patrón refleja una menor proporción de estudios con diseños analíticos o evaluativos dentro de los incluidos.

En este sentido, la distribución observada entre las categorías TIC (n=12), TAC (n=14) y TEP (n=4) muestra una diferenciación en los niveles de integración pedagógica de las tecnologías. Mientras que las herramientas clasificadas como TIC se orientaron principalmente a la consulta y gestión de información, las TAC incorporaron con mayor frecuencia estrategias como simulación clínica, aprendizaje basado en problemas y entornos virtuales, vinculadas al desarrollo del razonamiento clínico. Por su parte, las experiencias TEP, menos representadas, incluyeron el uso de redes sociales y plataformas colaborativas asociadas a actividades de participación activa y construcción colectiva del conocimiento. Esta distribución permite identificar un predominio de

enfoques centrados en el acceso a la información y el aprendizaje guiado, con menor presencia de estrategias orientadas al empoderamiento del estudiante.

Los hallazgos de esta revisión muestran que, aunque existe una integración progresiva de tecnologías digitales, esta se concentra principalmente en niveles TIC y TAC (26/30 estudios), mientras que las estrategias TEP representan una proporción menor (4/30). Las experiencias orientadas a la participación activa y la co-creación del conocimiento tienen una menor representación dentro de los estudios analizados. En relación con lo reportado en la literatura, se ha señalado que factores como la carga académica y la formación docente pueden influir en la adopción de tecnologías educativas más complejas (Kim et al., 2022); sin embargo, estos aspectos no fueron evaluados directamente en los estudios incluidos, por lo que su interpretación debe considerarse con cautela.

En cuanto al tipo de tecnologías empleadas, los resultados evidencian que las aplicaciones móviles fueron las herramientas más utilizadas (40%), principalmente en estudios clasificados como TIC, orientadas a la consulta de información farmacológica, como dosis e interacciones. Este hallazgo es consistente con el uso observado en los estudios incluidos, donde estas herramientas se emplearon principalmente para consulta rápida y precisa a información en contextos clínicos. No obstante, en los estudios analizados, este uso se mantuvo predominantemente en un nivel instrumental, sin que por sí mismo implique el desarrollo de habilidades de razonamiento clínico. En este contexto, la literatura ha señalado la importancia de la precisión en farmacología clínica ya que se percibe a menudo como una disciplina de alta criticidad, donde el margen de error es mínimo, fomentando un enfoque pragmático centrado en la seguridad del paciente (Zhai et al., 2021), lo cual puede contribuir a explicar el predominio de herramientas orientadas a la gestión de información.

Por otro lado, las tecnologías clasificadas como TAC (46.7%) incluyeron con mayor frecuencia el uso de simuladores clínicos, herramientas basadas en inteligencia artificial y estrategias como el aprendizaje basado en problemas y la gamificación. Estas herramientas se asociaron en los estudios analizados con actividades centradas en la resolución de casos clínicos y la comprensión de procesos farmacológicos complejos. Aunque se ha reportado que los modelos digitales pueden mejorar los resultados de aprendizaje (Hua et al., 2013), en el presente análisis estos enfoques se identificaron principalmente en contextos controlados o educativos, lo que indica que su implementación se da principalmente en contextos educativos estructurados.

En el nivel TEP, la baja frecuencia de estudios identificados (13.3%) refleja una menor implementación de estrategias orientadas a la participación activa, el aprendizaje colaborativo y la co-creación del conocimiento. En estos casos, las herramientas digitales se vincularon con el uso de redes sociales y plataformas colaborativas, donde los estudiantes participaron en la generación y difusión de contenido. La menor representación de este tipo de experiencias en los estudios analizados sugiere que su implementación es aún limitada dentro de la enseñanza de la farmacología clínica.

Una posible limitación de esta revisión es la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos, así como la predominancia de diseños descriptivos, lo que puede limitar la comparabilidad de los resultados y la evaluación del impacto de las intervenciones educativas.

En conjunto, los resultados evidencian una transición en el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la farmacología clínica desde enfoques centrados en el acceso a la información hacia estrategias orientadas al aprendizaje significativo. Sin embargo, esta transición no es homogénea, ya que predomina el uso de herramientas TIC y TAC sobre las TEP, lo que refleja una menor integración de niveles pedagógicos orientados a la participación activa y la construcción del conocimiento. En este contexto, los hallazgos indican que la incorporación de tecnologías digitales se distribuye en distintos niveles de complejidad pedagógica. La literatura ha señalado que factores como la capacitación docente y la disponibilidad de recursos pueden influir en su implementación (Kim et al., 2022); no obstante, dado que estos aspectos no fueron evaluados directamente en los estudios incluidos, su relación con los resultados debe interpretarse como un marco contextual y no como una conclusión derivada del presente análisis.

Conclusión

La presente revisión sistemática muestra que el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la farmacología clínica, analizado bajo el modelo TIC–TAC–TEP, permite identificar distintos niveles de integración pedagógica, que abarcan desde funciones orientadas al acceso a la información hasta enfoques relacionados con la participación del estudiante en el proceso de aprendizaje. En este sentido, las categorías TIC, TAC y TEP no constituyen dimensiones rígidas, sino niveles de uso definidos por su finalidad dentro del contexto educativo.

Los hallazgos evidencian un predominio de enfoques centrados en TIC y TAC, con una menor representación de estrategias TEP. Asimismo, se identificó una mayor proporción de estudios con diseños descriptivos y revisiones de literatura, en contraste con una limitada presencia de investigaciones orientadas a la evaluación de intervenciones educativas, como los estudios cuasi-experimentales y cualitativos.

En conjunto, los resultados indican que la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de la farmacología clínica se concentra principalmente en niveles de acceso a la información y aprendizaje guiado, con menor presencia de enfoques centrados en la participación activa y la construcción del conocimiento.

Referencias

Abd-Alrazaq, A., AlSaad, R., Alhuwail, D., Ahmed, A., Healy, P.M., Latifi, S., Aziz, S., Damseh, R., Alabed Alrazak, S., y Sheikh, J. (2023). Large Language Models in Medical Education:

- Opportunities, Challenges, and Future Directions. *JMIR Medical Education*, 9:e48291. <https://doi.org/10.2196/48291>
- Agudelo Calle, A. (2025). Aportes de las aplicaciones móviles a la salud de estudiantes universitarios en Medellín. *Anagramas -Rumbos y sentidos de la comunicación-*, 24(47), a10. <https://doi.org/10.22395/angr.v24n47a10>
- Aloum, L., Ibrahim, H., Rajasekaran, S.K., y Alefishat, E. (2025). Open-Access Web-Based Gamification in Pharmacology Education for Medical Students: Quasi-Experimental Study. *JMIR Medical Education*, 11, e73666. <https://doi.org/10.2196/73666>
- Beitia-Berrotarán, G., Beltrán-Gárate, I., y López-Guzmán, J. (2024). Farmacia y redes sociales: reflexión bioética. *Apuntes de Bioética*, 7(2), AdB1155. <https://doi.org/10.35383/apuntes.v7i2.1155>
- Burbules, N.C. (2014). Los significados de "aprendizaje ubicuo". *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 22(104). <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v22.1880>
- Cala Calviño, L., Bosch Nuñez, A.I., y Díaz del Mazo, L. (2022). WhatsApp como herramienta para la enseñanza de la Farmacología en Estomatología durante la COVID-19. *EDUMECENTRO*, 14, e2046. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742022000100040&lng=es&tlng=es
- Chahartangi, F., Zarifsanaiey, N., Mehrabi, M., Ghoochani, B.Z. y Sharifzadeh, N. (2026). Investigating the effect of augmented reality-based virtual patient training on occupational therapy students' clinical decision-making: A quasi-experimental study. *PLOS One*, 21(2), e0340759. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0340759>
- Chandran, V.P., Balakrishnan, A., Rashid, M., Kulyadi, G.P., Khan, S., Devi, E.S., Nair, S., y Thunga, G. (2022). Mobile applications in medical education: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 17(3), e0265927. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265927>
- Chavira García, J., y Arredondo López, A.A. (2017). Aplicaciones móviles como herramientas en los servicios de salud. *Horizonte sanitario*, 16(2), 85-91. <https://doi.org/10.19136/hs.v16n2.1498>
- Dussel, I., y Quevedo, L.A. (2010). *VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos de la pedagogía ante el mundo digital*. Santillana.
- Garay Núñez, J.R. (2020). Aplicaciones de dispositivos móviles como estrategia de aprendizaje en estudiantes universitarios de enfermería. Una mirada desde la fenomenología crítica. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), e004. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.594>

- García Sánchez, S., Somoza Fernández, B., de Lorenzo-Pinto, A., Ortega Navarro, C., Herranz Alonso, A., y Sanjurjo, M. (2022). Mobile Health Apps Providing Information on Drugs for Adult Emergency Care: Systematic Search on App Stores and Content Analysis *JMIR mHealth and uHealth* , 10(4), e29985. <https://doi.org/10.2196/29985>
- Araújo Girão, A.L., Silva Nunes Cavalcante, M.L., Costa Lima de Oliveira, I., Freitas Aires, S., Paz de Oliveira, S. K., y Fontenele Lima de Carvalho, R. E. (2020). Tecnologías en la enseñanza en enfermería, innovación y uso de TICs: revisión integrativa. *Enfermería universitaria*, 17(4), 475-489. <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2020.4.763>
- González de León, B., León Salas, B., Del Pino Sedeño, T., Rodríguez Álvarez, C., Bejarano Quisoboni, D., y Trujillo Martín, M.M. (2021). Aplicaciones móviles para mejorar la adherencia a la medicación: revisión y análisis de calidad. *Atención primaria*, 53(9), 102095. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102095>
- González Pérez, Y., Gich, I., Martínez Lanao, J., y Alerany, C. (2024). Acercando la inteligencia artificial a los servicios de farmacia hospitalaria. *Farmacia Hospitalaria*, 48(4), 188-193. <https://doi.org/10.1016/j.farma.2024.02.007>
- Hua, L.V., Goodwin, D. y Weiss, A. (2013). Aprendizaje tradicional vs. aprendizaje combinado de farmacología. *Educación Optométrica*, 39(1), 28-34. https://journal.opted.org/articles/Volume_39_Number_1_Article3.pdf
- Kim, K., Xie, N., Hammersmith, L., Berrocal, Y. y Roni, MA (2023). Impact of Virtual Reality on Pharmacology Education: A Pilot Study. *Cureus*, 15(8), e43411. <https://doi.org/10.7759/cureus.43411>
- Lugo, M. T., y Kelly, V. (2011). *El modelo 1 a 1: un compromiso por la calidad educativa*. Ministerio de Educación de la Nación.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Paidós.
- Martín Fernández, A., Cuenca, G.M., y Salvador Oliván, J.A. (2020). Evaluación y acreditación de las aplicaciones móviles relacionadas con la salud. *Revista Española de Salud Pública*, 94, e202008085. <https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/743>
- Mejía, C.R, Herrera, C.Z, Enríquez, W. F., Vargas, M., Cárdenas, Matlin M, Oliva, Gerardo J, Quezada, M.A., Chacón, J.I., Pérez-Uceda, G., y Curioso, W. H. (2016). Uso de teléfonos inteligentes y aplicaciones para la autocapacitación y la telemedicina en médicos peruanos. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 27(3), 286-297 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132016000300003&lng=es&tlng=es.

- Montagna M, Chiabrando F, De Lorenzo R, Rovere Querini P, M.S. (2025). Impact of Clinical Decision Support Systems on Medical Students' Case-Solving Performance: Comparison Study with a Focus Group. *JMIR Medical Education*, 11, e55709. <https://doi.org/10.2196/55709>
- Moreno Llanos, A. H., Morelos-García, E. N., Lerma Sánchez, Á. M., Zamarioli, C. M., Castañeda Hidalgo, H., Saucedo-Flores, P. F., y Hernández Herrera, D. E. (2024). Cálculo De Medicamentos En Neonatos Y Pediatría: Desarrollo Y Validación De Una Aplicación Móvil. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 33. <https://doi.org/10.1590/1980-265x-tce-2024-0048es>
- Reyes C., F., y Tirapegui S., F. (2025). Transformación de la educación médica: nuevas estrategias pedagógicas y el impacto de las redes sociales en la formación médica, una revisión narrativa. *Revista chilena de anestesia*, 54(6), 794-802. <https://dx.doi.org/10.25237/revchil anestv54n6-03>
- Santamaría Puerto, G., y Hernández Rincón, E. (2015). Aplicaciones Médicas Móviles: definiciones, beneficios y ries. *Revista Salud Uninorte*, 31(3), 599-607. <https://doi.org/10.14482/sun.31.3.7662>
- Teräs, M. (2022) Education and technology: Key issues and debates. *International Review of Education* 68, 635–636. <https://doi.org/10.1007/s11159-022-09971-9>
- Tala, A., Vásquez, E., Rojas, E., y Marín, R. (2022). Apps y Medicina: una visión global y la situación chilena. *Revista médica de Chile*, 150(2), 206-215. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872022000200206>
- Hidalgo Tumbaco, V. V., y Suárez Toala, R. E. (2025). Revolución didáctica: integrando TIC, TAC y TEP en el aula universitaria. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 7(4), 421-431. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i4.1601>
- Ventola, C.L. (2014). Dispositivos móviles y aplicaciones para profesionales de la salud: usos y beneficios. *P & T: una revista con revisión por pares para la gestión de formularios*, 39(5), 356-364. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24883008/>
- Vite, H., y Carrión, J. (2020). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje en la educación virtual*. Editorial Universitaria.
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C.S., Jong, M.S.Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J.B., Yuan, J. y Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021%2F8812542>

Financiación

La publicación de este artículo fue financiada por la Universidad de la Salud del Estado de Puebla (USEP).

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de Autoría:

Conceptualización: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega

Curación de datos: Víctor Hugo Sampayo Pelcaztre, Valeria Natalhie Bahena Juárez, José Cabrera Hernández

Análisis formal: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega

Investigación: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega, Víctor Hugo Sampayo Pelcaztre, Valeria Natalhie Bahena Juárez, José Cabrera Hernández

Metodología: Víctor Hugo Sampayo Pelcaztre, Valeria Natalhie Bahena Juárez, José Cabrera Hernández

Administración del proyecto: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega

Supervisión: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega

Validación: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega

Visualización: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega

Redacción – borrador original: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega, Víctor Hugo Sampayo Pelcaztre, Valeria Natalhie Bahena Juárez, José Cabrera Hernández

Redacción – revisión y edición: Carolina Sánchez Sánchez, Mario Carrera Ortega, Víctor Hugo Sampayo Pelcaztre, Valeria Natalhie Bahena Juárez, José Cabrera Hernández