

REVISTA CIE



REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA VOL.2 NO.1

Transformación de la Educación y la Práctica Médica en la Era de la Inteligencia Artificial y la Salud Pública

Directorio

MVZ. MC. Dámaso Leonardo Anaya Alvarado
Rector de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dra. María Concepción Placencia Valadez
Secretaría General

Dra. Rosa Issel Acosta González
Secretaría Académica

C. P. Jesús Francisco Castillo Cedillo
Secretaría de Administración

Mtro. Eduardo García Fuentes
Secretaría de Finanzas

Dra. Evelia Reséndiz Balderas
**Encargada de Despacho de la
Secretaría de Investigación y Posgrado**

MVZ. Rogelio de Jesús Ramírez Flores
Secretaría de Vinculación

Consejo Editorial

Dr. Raúl De León Escobedo
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dr. Jaime Paz Ávila
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dr. José Eugenio Guerra Cárdenas
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dr. Ricardo Salas Flores
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Mtro. Carlos Arturo Sánchez Tamez
Universidad Valle del Bravo

Dra. Juana Elizabeth Medina Álvarez
Universidad Politécnica de Altamira

Dra. Sandra Rosales Gracia
Universidad Del Noreste

Revista CIE. Año 2026, Volumen 2, Número 1, enero-junio. Publicación semestral editada por la Facultad de Medicina de Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, a través del Centro de Investigación Educativa, Centro Universitario Sur, Tampico, Tamaulipas, México, CP. 89337. Tels. (833) 2 41 20 00, ext. 3315. Página web: <https://revistacie.uat.edu.mx/> y correo electrónico: revistacie@uat.edu.mx. Editor responsable: Dra. Miriam Janet Cervantes López. Reserva de Derechos Uso Exclusivo: 04-2024-120213161900-102, ISSN electrónico: 3061-8657, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor; Responsable de la última actualización de este número: Dra. Miriam Janet Cervantes López. Fecha de la última modificación: 30 de abril de 2026

Comité Editorial

Dra. Miriam Janet Cervantes López
Editora en Jefe

Dra. Sarahí González Reyes
Editora Adjunta

Dr. Brian González Pérez
Asistente Editorial

Dr. Efrén David Brande Martínez
Dra. Liliana Aguilar Díaz
Responsable de Traducción al Inglés

Comité Editorial Internacional

Dra. Leslie Piedad Montealegre Esmeral
Universidad Libre de Colombia
Colombia

Dra. Eulalia María Amador Rodero
Universidad Libre de Colombia
Colombia

Dr. Arturo de Jesús Barros Ortegón
Universidad Metropolitana de Barranquilla
Colombia

Dra. María Eugenia de León Pérez
Universidad Da Vinci de Guatemala
Guatemala

Dr. Ramón F. Ferreiro Gravie
Nova Southeastern University
Estados Unidos de América

Dr. Sajjad Keshtkar
Tokyo Metropolitan University
Japón

Dr. Santos Jesús Castillo
Universidad Autónoma de Sonora
México

Dr. Juan Pedro Luna Arias
Cinvestav Instituto Politécnico Nacional
México

Dr. Francisco Vázquez Nava
Universidad Autónoma de Tamaulipas
México

Dr. Mauricio Herrera Rodríguez
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
México

Dr. Jesús Ricardo Ramos Sánchez
Universidad Politécnica de Altamira
México



Contenido

EDITORIAL

1

Transformación de la educación y la práctica médica en la era de la inteligencia artificial y la salud pública

Dra. Miriam Janet Cervantes López

ARTICULOS ORIGINALES

2

Autopercepción del conocimiento y las habilidades en ventilación mecánica en médicos internos de pregrado: estudio transversal

Dr. Ricardo Humberto Colmenares Díaz, Amaranta Reyes Álvarez, Ahilton Eugenio Verdines Hernández, Alejandra Flores Reyes

13

Diagnóstico médico con redes neuronales

Dra. María de los Ángeles Ahumada Cervantes, Dra. Guadalupe Esmeralda Rivera García, Dr. Juan Carlos Ramírez Vázquez, Dra. Miriam Janet Cervantes López

23

Análisis de la comprensión en la comunidad sobre el diagnóstico del cáncer cervical: Un estudio de cohorte

Dr. José Eugenio Guerra Cárdenas, Raúl Ivanhoe Perales Chávez, Daniel Antonio Guevara Arévalo, Dian Alejandra Navarro García

ARTICULOS DE REVISIÓN

32

Estado del arte: Enfermedad renal crónica asociada al virus de la hepatitis C

Elvia Donají Sánchez Solís, Dra. Clara Cristina Sánchez Rodríguez, Ángel Eduardo Betancourt Castillo

41

Aplicaciones virtuales con inteligencia artificial para promover hábitos alimenticios saludables

Adriana Matyury Florez Tabera, Mtro. Jaime Cruz Casados, Dra. Miriam Janet Cervantes López

ESTADÍSTICA EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA MÉDICA

50

Variables de estudio en investigación científica

Dr. Gerardo García Maldonado, Dr. José Eugenio Guerra Cárdenas, Dra. Ma. Elena Calles Santoyo

PERSPECTIVAS CULTURALES: RESEÑAS DE LIBROS Y ARTE

62

De la ética a la bioética en las ciencias de la salud

Mtra. Sandra Montenegro Hernández

Transformación de la educación y la práctica médica en la era de la inteligencia artificial y la salud pública

Nos complace presentar la tercera edición de nuestra Revista CIE de Investigación Educativa de la Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Este volumen reafirma el propósito de la revista como un espacio académico orientado a la divulgación de investigación científica relevante en el campo de la educación, a través de la difusión de estudios y reflexiones que abordan los desafíos contemporáneos derivados de la integración tecnológica, la formación basada en competencias y la atención a las necesidades de salud de la población.

La medicina contemporánea atraviesa un proceso de transformación estructural impulsado por la convergencia entre la innovación tecnológica, la evolución de los modelos educativos y la necesidad de fortalecer la salud pública desde enfoques preventivos y basados en evidencia. En este contexto, los trabajos incluidos examinan cómo la inteligencia artificial y los nuevos enfoques pedagógicos están redefiniendo la práctica médica.

Uno de los ejes centrales identificados corresponde a la revisión crítica de los modelos tradicionales de formación médica. El análisis de la autopercepción de competencias en ventilación mecánica evidencia brechas significativas entre el conocimiento teórico y la capacidad práctica, lo que señala la necesidad de fortalecer estrategias educativas centradas en competencias clínicas.

La incorporación de metodologías basadas en simulación, aprendizaje experiencial y evaluación objetiva se presenta como una alternativa para mejorar

la seguridad del paciente y la calidad de la atención médica. Dichas estrategias responden a estándares internacionales y favorecen una formación alineada con las demandas reales de los sistemas de salud.

De manera paralela, la inteligencia artificial emerge como un factor disruptivo en el diagnóstico, la predicción y la toma de decisiones clínicas. Los estudios incluidos muestran su potencial para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar la estratificación de riesgos, al tiempo que subrayan la necesidad de una integración ética y metodológicamente validada.

En el ámbito de la salud pública, los hallazgos relacionados con la comprensión comunitaria del cáncer cervical evidencian limitaciones en las estrategias exclusivamente biomédicas. La persistencia de vacíos de conocimiento refuerza la importancia de intervenciones educativas contextualizadas y de una comunicación efectiva en salud.

Asimismo, las revisiones clínicas incorporadas permiten una comprensión integral del proceso salud-enfermedad. El análisis de la enfermedad renal crónica asociada a hepatitis C destaca la complejidad fisiopatológica y la necesidad de abordajes multidisciplinarios basados en evidencia.

Finalmente, las aplicaciones digitales orientadas a la promoción de estilos de vida saludables ilustran el potencial de la tecnología como herramienta de intervención poblacional. En conjunto, este volumen refleja una transición hacia un paradigma médico integrador que articula educación, tecnología y responsabilidad social en beneficio de la salud global.

Atentamente
Dra. Miriam Janet Cervantes López
Editora en Jefe

Autopercepción del conocimiento y las habilidades en ventilación mecánica en médicos internos de pregrado: estudio transversal

Self-perceived knowledge and skills in mechanical ventilation among undergraduate medical interns: a cross-sectional study

Ricardo Humberto Colmenares Díaz, Amaranta Reyes Álvarez, Ahilton Eugenio Verdines Hernández, Alejandra Flores Reyes*

Resumen

La ventilación mecánica es una herramienta esencial de soporte vital cuya correcta aplicación requiere conocimientos teóricos y habilidades prácticas que deberían adquirirse durante la formación médica de pregrado; sin embargo, la enseñanza en esta área presenta limitaciones en diversos contextos académicos. El objetivo de este estudio fue evaluar la autopercepción del nivel de conocimientos, habilidades prácticas, experiencia previa y satisfacción con la enseñanza de la ventilación mecánica en médicos internos de pregrado. Se realizó un estudio transversal descriptivo en 114 médicos internos de una facultad de medicina en México, mediante un cuestionario de 34 ítems previamente validado por técnica Delphi, que exploró cuatro dimensiones: conocimiento teórico, habilidad práctica, experiencia clínica previa y satisfacción con la enseñanza recibida. Los resultados mostraron que solo el 39.38% de los participantes reportó contar con conocimientos teóricos adecuados y el 66.96% refirió carecer de habilidades prácticas suficientes para el manejo del ventilador mecánico. Asimismo, únicamente el 26.32% señaló haber tenido experiencia clínica previa y el 86% manifestó insatisfacción con sus conocimientos actuales. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer la formación teórica-práctica en ventilación mecánica durante el pregrado médico.

Palabras clave: ventilación mecánica; educación médica; médicos internos de pregrado; autopercepción de competencias; simulación clínica

Correspondencia: rcolmenares@docentes.uat.edu.mx

Fecha de recepción: 17/junio/2025 | **Fecha de aceptación:** 05/enero/2026 | **Fecha de publicación:** 30/abril/2026

*Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina de Tampico. Tampico, Tamaulipas, México

Abstract

Mechanical ventilation is an essential life-support tool whose proper application requires theoretical knowledge and practical skills that should be developed during undergraduate medical training; however, education in this area remains limited in many academic settings. The aim of this study was to assess the self-perceived level of knowledge, practical skills, prior experience, and satisfaction with mechanical ventilation training among undergraduate medical interns. A descriptive cross-sectional study was conducted involving 114 medical interns from a medical school in Mexico, using a 34-item questionnaire previously validated through the Delphi technique. The instrument evaluated four domains: theoretical knowledge, practical skills, prior clinical experience, and satisfaction with the training received. Results showed that only 39.38% of participants reported adequate theoretical knowledge, while 66.96% indicated insufficient practical skills to manage mechanical ventilators. Additionally, only 26.32% reported prior clinical experience with mechanical ventilation, and 86% expressed dissatisfaction with their current level of knowledge. These findings highlight the need to strengthen theoretical and practical mechanical ventilation training during undergraduate medical education.

Keywords: mechanical ventilation; medical education; undergraduate medical interns; self-perceived competencies; clinical simulation



INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica constituye una de las intervenciones terapéuticas más complejas y al mismo tiempo más determinantes en el manejo del paciente críticamente enfermo, al implicar una interacción dinámica entre el ventilador, la fisiología respiratoria y la respuesta clínica individual del paciente. Desde una perspectiva teórica, esta intervención no puede ser reducida a la simple aplicación de parámetros técnicos, sino que requiere un proceso cognitivo avanzado que integra conocimientos fisiopatológicos, habilidades procedimentales, interpretación de señales gráficas y toma de decisiones clínicas bajo escenarios frecuentemente inciertos. La literatura reciente coincide en que la adecuada gestión de la ventilación mecánica se asocia de manera directa con desenlaces clínicos relevantes, incluyendo mortalidad, duración de la ventilación, complicaciones asociadas y seguridad del paciente (Walter, 2021; Coldewey et al., 2021).

En este contexto, los modelos contemporáneos de seguridad del paciente han subrayado que una proporción considerable de los eventos adversos relacionados con la ventilación mecánica no deriva exclusivamente de fallas tecnológicas, sino de errores humanos atribuibles a brechas en la formación, la experiencia y la competencia clínica de los operadores. Estudios sistemáticos han identificado que los errores de configuración, la interpretación inadecuada de las alarmas y el desconocimiento de la interacción paciente-ventilador representan causas frecuentes de eventos evitables que impactan

negativamente en la evolución clínica (Coldewey et al., 2021). Estas observaciones refuerzan la necesidad de analizar la ventilación mecánica no solo como un acto técnico, sino como una competencia clínica compleja cuyo desarrollo requiere estrategias educativas deliberadas y estructuradas.

Tradicionalmente, la adquisición de competencias en ventilación mecánica ha sido conceptualizada como parte del entrenamiento de especialidades vinculadas a la medicina crítica; sin embargo, este enfoque resulta insuficiente si se considera que, en la práctica real, el inicio del soporte ventilatorio ocurre con frecuencia en servicios de urgencias, unidades hospitalarias generales o contextos con disponibilidad limitada de especialistas. Diversos estudios multicéntricos han documentado que médicos generales, médicos internos de pregrado y residentes suelen enfrentarse a la necesidad de iniciar o manejar ventilación mecánica sin haber alcanzado un nivel adecuado de preparación formal, lo que incrementa el riesgo de inseguridad clínica y errores de manejo (Hayashi et al., 2022; Wiedermann & Lederer, 2023).

Desde el punto de vista teórico-educativo, la formación en ventilación mecánica enfrenta un desafío estructural: la discrepancia entre el conocimiento declarativo adquirido en contextos académicos y la capacidad de ejecutar decisiones clínicas seguras en escenarios reales. Este fenómeno ha sido ampliamente descrito en la literatura de educación médica como una brecha entre el “saber” y el “hacer”, particularmente relevante en

competencias de alta complejidad cognitiva y técnica. Investigaciones recientes han mostrado que, incluso cuando los estudiantes y residentes logran desempeños aceptables en evaluaciones teóricas, presentan dificultades significativas al enfrentarse a escenarios simulados o clínicos que exigen la integración de múltiples variables ventilatorias simultáneamente (Hayashi et al., 2022; Schroedl & Vitale, 2022).

En este marco, el constructo de autopercepción de competencia adquiere relevancia teórica y metodológica. La autopercepción se define como la valoración subjetiva que el individuo realiza sobre su nivel de conocimiento, habilidad y seguridad para ejecutar una determinada tarea clínica. Si bien este constructo no equivale necesariamente al desempeño real, su análisis resulta fundamental desde la perspectiva educativa, ya que influye en la toma de decisiones, el comportamiento clínico y la disposición para solicitar apoyo o supervisión. Estudios recientes han señalado que una autopercepción deficiente se asocia con mayor inseguridad clínica, mientras que una autopercepción inflada, no sustentada en competencias reales, puede incrementar el riesgo de errores al generar una falsa sensación de dominio (Takeda et al., 2023).

La evidencia disponible sugiere que, en el ámbito de la ventilación mecánica, los estudiantes de medicina y los médicos en formación suelen reportar niveles bajos de confianza y competencia percibida, especialmente en dominios críticos como la elección del modo ventilatorio, el ajuste de parámetros

protectores y la identificación de asincronías paciente-ventilador. Estudios realizados en distintos contextos educativos han documentado que estas deficiencias persisten incluso al final del pregrado y durante los primeros años de la formación de posgrado, lo que evidencia limitaciones estructurales en los modelos tradicionales de enseñanza (Takeda et al., 2023; Wiedermann & Lederer, 2023).

En respuesta a estas limitaciones, la teoría educativa contemporánea ha promovido el uso de enfoques basados en simulación clínica, los cuales se sustentan en modelos de aprendizaje experiencial y deliberado. La simulación permite recrear escenarios clínicos complejos en entornos controlados, favoreciendo la integración cognitiva, la retroalimentación inmediata y el desarrollo progresivo de competencias. La literatura reciente muestra que los programas de formación en ventilación mecánica basados en simulación tanto presencial como virtual, logran mejoras significativas en conocimiento, confianza y desempeño en el corto plazo, particularmente cuando se articulan con objetivos basados en competencias y evaluaciones estructuradas (Mireles-Cabodevila & Chatburn, 2023; Macedo et al., 2025).

No obstante, un análisis crítico de esta evidencia revela que la mayoría de los estudios se ha centrado en poblaciones de residentes o médicos en formación de posgrado, mientras que el nivel de pregrado permanece insuficientemente explorado. Asimismo, aunque se han documentado incrementos en conocimiento y autoconfianza tras intervenciones educativas específicas, persiste la interrogante sobre

el nivel basal de preparación con el que los médicos internos de pregrado ingresan a los escenarios clínicos reales. Este vacío es particularmente relevante en países de ingresos medios, donde las oportunidades de entrenamiento estructurado en ventilación mecánica son limitadas y heterogéneas.

Desde una perspectiva teórica integradora, el análisis del nivel de conocimientos y habilidades autopercibidas en ventilación mecánica permite vincular tres dimensiones fundamentales del proceso educativo: el conocimiento teórico, la habilidad práctica y la percepción subjetiva de competencia. La interacción entre estas dimensiones resulta crítica, ya que influye en la conducta clínica futura, el aprendizaje autorregulado y la seguridad del paciente. La ausencia de estudios sistemáticos que evalúen estas dimensiones de manera conjunta en médicos internos de pregrado constituye un vacío de conocimiento relevante que justifica científicamente el presente estudio.

Derivado de lo anterior, el marco teórico contemporáneo sugiere que la ventilación mecánica representa una competencia clínica de alta complejidad cuyo aprendizaje no puede confiarse únicamente a exposiciones teóricas o a la experiencia incidental en escenarios clínicos. La combinación de brechas formativas, autopercepción limitada de competencia y ausencia de estándares curriculares homogéneos a nivel de pregrado sustenta la necesidad de estudios que permitan caracterizar de manera rigurosa el nivel de preparación de los médicos internos. Generar esta evidencia resulta

esencial para orientar el diseño de estrategias educativas basadas en competencias, alineadas con los principios de seguridad del paciente y con las demandas reales del ejercicio clínico contemporáneo.

MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño observacional, transversal y descriptivo, con el propósito de evaluar la autopercepción del nivel de conocimientos y habilidades en ventilación mecánica en médicos internos de pregrado. Este enfoque metodológico se consideró adecuado para explorar, en un momento específico, la percepción subjetiva de competencias adquiridas durante la formación médica, sin pretender establecer relaciones causales ni efectos de intervención.

La población objetivo estuvo conformada por médicos internos de pregrado adscritos a la Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo a aquellos médicos internos que aceptaron participar de manera voluntaria durante el periodo de recolección de datos. Este tipo de muestreo resulta habitual en estudios exploratorios de percepción y educación médica, particularmente cuando se evalúan poblaciones académicas definidas y accesibles.

Para la recolección de la información se utilizó un cuestionario autoaplicable, implementado mediante la plataforma Google Forms. El instrumento se basó en un cuestionario previamente desarrollado y

validado por Tallo et al. (2017) mediante la técnica Delphi, el cual fue traducido y adaptado al idioma español siguiendo las directrices metodológicas para la evaluación de la autopercepción de competencias en contextos educativos. El cuestionario estuvo conformado por 34 ítems distribuidos en cuatro dimensiones conceptuales: conocimiento teórico sobre ventilación mecánica, habilidad práctica para el manejo del ventilador, experiencia previa en el uso de ventiladores mecánicos y nivel de satisfacción con la enseñanza recibida durante la formación médica de pregrado.

El instrumento inició con un apartado de consentimiento informado, seguido de variables sociodemográficas básicas que incluyeron edad, sexo y grado académico, con opciones de respuesta correspondientes a médico interno de pregrado (MIP) y médico pasante del servicio social (MPSS). Posteriormente, los ítems se formularon principalmente en formato dicotómico, con opciones de respuesta “sí/no” o “verdadero/falso”, a excepción de un reactivo de tipo politómico diseñado para evaluar la toma de decisiones en un escenario clínico relacionado con ventilación mecánica. Esta estructura permitió captar de manera directa la autopercepción de los participantes respecto a competencias específicas.

Con el fin de fortalecer la validez de contenido del instrumento en el contexto local, el cuestionario fue sometido a revisión por expertos en terapia intensiva. Asimismo, se realizó una prueba piloto en una muestra de 12 médicos pasantes del servicio social, lo

que permitió evaluar la claridad, comprensión y funcionalidad del instrumento. Dado que no se identificaron inconsistencias ni dificultades relevantes durante esta fase, no fue necesario realizar modificaciones adicionales antes de su aplicación a la muestra definitiva.

El procedimiento de recolección de datos se llevó a cabo mediante la distribución del cuestionario a través de redes sociales, utilizando un enlace electrónico y un código QR dirigido específicamente a los médicos internos de pregrado incluidos en el estudio. La participación fue voluntaria y anónima, garantizándose la confidencialidad de la información proporcionada. El periodo de recolección tuvo una duración de dos semanas, al término de las cuales se obtuvo la participación de 114 médicos internos de pregrado.

El análisis de los datos se efectuó utilizando Microsoft Excel y el software estadístico SPSS versión 26. Se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas de la muestra, así como del desempeño en cada uno de los cuatro ejes evaluados por el cuestionario. Los resultados se reportaron mediante frecuencias, porcentajes e intervalos de confianza del 95%, con el objetivo de proporcionar una estimación precisa de la variabilidad de las respuestas y facilitar su interpretación analítica en el contexto del estudio.

Desde el punto de vista ético, el estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto

Romo Caballero” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado de manera electrónica antes de responder el cuestionario, en apego a los principios éticos de la investigación en seres humanos y a las disposiciones normativas vigentes en materia de confidencialidad y voluntariedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio participaron un total de 114 médicos internos de pregrado. De la población analizada, el 57.9% correspondió al sexo femenino y el 42.1% al masculino, con una edad promedio de 24 años. Estos datos reflejan la composición habitual de la cohorte de médicos internos en el contexto institucional evaluado.

En relación con el conocimiento teórico, los resultados evidenciaron deficiencias relevantes en conceptos fundamentales de la ventilación mecánica. La mayoría de los participantes (81.6% \pm 7.2%) refirió no conocer normativas técnicas asociadas al uso de gases medicinales, aunque un 56.1% (\pm 9.1%) manifestó identificar los principales recursos gráficos proporcionados por el ventilador mecánico. No obstante, conceptos esenciales de la mecánica respiratoria resultaron ampliamente desconocidos: el 60.5% (\pm 9.0%) no identificó el concepto de resistencia del sistema respiratorio y el 58.8% (\pm 9.1%) el de distensibilidad, mientras que el 61.4% (\pm 9.0%) desconocía el concepto de constante de tiempo. Asimismo, más de la mitad de los médicos internos no se encontraba familiarizada con los principios básicos de ventilación mecánica en

pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, y esta proporción aumentó significativamente en el caso del síndrome de distrés respiratorio agudo, donde el 71.9% (\pm 8.3%) reportó desconocimiento. De forma concordante, el 70.2% (\pm 8.4%) no conocía los principios de uso de la presión positiva al final de la espiración, y menos de la mitad de los participantes afirmó conocer los principios de destete del ventilador mecánico.

Respecto a la habilidad práctica, los resultados mostraron una limitada percepción de competencia para ejecutar tareas básicas relacionadas con el manejo del ventilador. Más de la mitad de los médicos internos (57.9% \pm 9.2%) indicó que tendría dificultades para encender un equipo de ventilación mecánica, mientras que el 70.2% (\pm 8.4%) expresó temor por la seguridad del paciente bajo su cuidado en caso de requerir manejo avanzado de la vía aérea. La configuración del ventilador en los modos de presión controlada y volumen controlado fue percibida como insegura por el 77.2% (\pm 7.7%) y el 76.3% (\pm 7.8%) de los participantes, respectivamente. Además, el 74.6% (\pm 8.1%) refirió no ser capaz de establecer una sedación adecuada en pacientes con ventilación mecánica, y el 70.2% (\pm 8.4%) no había utilizado escalas específicas para la evaluación del dolor en este contexto. Los indicadores relacionados con el monitoreo avanzado mostraron las mayores limitaciones: menos del 25% de los participantes se consideró capaz de calcular la compliance estática o dinámica del sistema respiratorio, medir la presión meseta o identificar la

auto-PEEP, lo que refleja una escasa familiaridad con parámetros críticos de seguridad ventilatoria.

Al analizar la experiencia clínica previa, se identificó una exposición muy limitada a pacientes sometidos a ventilación mecánica. Menos de la mitad de los participantes refirió haber observado el uso de un ventilador mecánico en contextos clínicos reales, y una amplia mayoría manifestó no saber interpretar escenarios clínicos básicos relacionados con falla respiratoria. Esta falta de contacto práctico parece reflejarse directamente en la percepción de inseguridad y en las limitaciones observadas en los ejes de conocimiento y habilidad.

En cuanto a la enseñanza recibida durante la formación médica, la mayoría de los médicos internos consideró que la información proporcionada en su programa académico es insuficiente. Aunque una proporción relevante reconoció la existencia de docentes capacitados, predominó la insatisfacción con el nivel de conocimientos adquiridos y la percepción de necesidad urgente de fortalecimiento formativo.

De manera consistente, la gran mayoría coincidió en que el aprendizaje de la ventilación mecánica no debe ser omitido durante el pregrado, aun cuando existan otros profesionales que puedan asumir este rol en el entorno clínico (Figura 1).

Al agrupar las respuestas según los cuatro pilares evaluados conocimiento teórico, habilidad práctica, experiencia previa y satisfacción con la enseñanza se

observó un perfil global caracterizado por un bajo nivel de preparación percibida (Figura 2).

Considera que recibió suficiente información durante su formación para manejar un paciente con ventilación mecánica

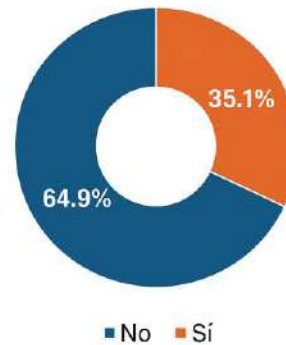


Figura 1. Autopercepción de suficiencia en la enseñanza de ventilación mecánica

Menos de la mitad de los participantes reportó contar con conocimientos teóricos adecuados, mientras que aproximadamente dos tercios reconocieron no poseer habilidades prácticas suficientes para el manejo del ventilador. La experiencia clínica previa fue el componente más deficitario y, aunque la satisfacción con la enseñanza mostró valores relativamente superiores, esta se mantuvo por debajo de niveles deseables para una competencia clínica crítica como la ventilación mecánica.



Figura 2. Distribución del nivel de preparación autopercebida en ventilación mecánica

Los hallazgos de este estudio evidencian deficiencias sustanciales en la autopercepción del conocimiento teórico, la habilidad práctica y la experiencia clínica en ventilación mecánica entre médicos internos de pregrado, situación que resulta concordante con lo documentado en la literatura internacional reciente sobre educación médica y formación en cuidados críticos (Hayashi et al., 2022; Wiedermann & Lederer, 2023). La elevada proporción de participantes que reportó desconocer conceptos fundamentales de la mecánica respiratoria, como resistencia, distensibilidad y constante de tiempo, coincide con estudios que han demostrado un bajo nivel de competencia basal en ventilación mecánica incluso en médicos en formación avanzada, cuando la enseñanza se limita predominantemente a contenidos teóricos sin integración práctica estructurada (Hayashi et al., 2022; Schroedl & Vitale, 2022).

El desconocimiento de principios ventilatorios aplicados a patologías clínicas específicas, particularmente al síndrome de distrés respiratorio agudo, representa un hallazgo de especial relevancia, dado que estas condiciones constituyen indicaciones frecuentes de ventilación mecánica en entornos hospitalarios. Estudios previos han señalado que la comprensión limitada de estos principios se asocia con dificultades para seleccionar estrategias ventilatorias protectoras y se traduce en una mayor inseguridad clínica durante la toma de decisiones (Takeda et al., 2023; Walter, 2021). En este sentido, los resultados obtenidos refuerzan la noción de que el conocimiento teórico fragmentado no se traduce automáticamente en competencia clínica funcional.

En cuanto a la habilidad práctica, los resultados del estudio muestran una brecha marcada entre el conocimiento declarado y la capacidad percibida para ejecutar tareas operativas esenciales, como la configuración de modos ventilatorios, el ajuste de alarmas y la monitorización avanzada del paciente ventilado. Esta observación es consistente con investigaciones que han documentado limitaciones similares en residentes y médicos jóvenes, particularmente en contextos donde no existen programas formales basados en competencias y evaluaciones prácticas estandarizadas (Schroedl & Vitale, 2022; Coldewey et al., 2021). La baja autopercepción de competencia en el monitoreo avanzado, incluyendo la medición de presión meseta y auto-PEEP, resulta especialmente preocupante por su implicación directa en la seguridad del paciente y la prevención de lesión pulmonar inducida por el ventilador (Coldewey et al., 2021; Walter, 2021).

La escasa experiencia clínica previa reportada por los médicos internos evaluados concuerda con lo descrito en estudios realizados en distintos sistemas educativos, donde la exposición a pacientes con ventilación mecánica durante el pregrado es limitada y predominantemente observacional (Hayashi et al., 2022; Macedo et al., 2025). Esta falta de contacto temprano con escenarios ventilatorios reales o simulados contribuye a una incorporación tardía de competencias críticas y refuerza la inseguridad percibida al enfrentar situaciones clínicas complejas, fenómeno ampliamente descrito en investigaciones sobre transición de pregrado a posgrado (Macedo et al., 2025).

Un hallazgo relevante del presente estudio es la elevada insatisfacción con la enseñanza recibida, pese al reconocimiento de la existencia de docentes capacitados. Esta aparente contradicción sugiere que la problemática no radica únicamente en los recursos humanos disponibles, sino en el modelo pedagógico empleado. De acuerdo con la literatura reciente, los programas que carecen de estrategias deliberadas de integración entre teoría, práctica supervisada y retroalimentación estructurada tienden a generar percepciones negativas de autoeficacia y preparación clínica, aun cuando el contenido académico esté formalmente incluido en el currículo (Wiedermann & Lederer, 2023; Takeda et al., 2023).

Diversos estudios han demostrado que la implementación de estrategias educativas basadas en simulación clínica, tanto presencial como virtual, mejora de manera significativa el conocimiento, la confianza y el desempeño en ventilación mecánica en poblaciones con experiencia limitada (Mireles-Cabodevila & Chatburn, 2023; Ippolito et al., 2023). Asimismo, programas basados en realidad virtual, simuladores en línea y currículos estructurados por competencias han mostrado ser alternativas efectivas y escalables para el desarrollo de habilidades clínicas complejas, incluso en contextos con recursos limitados (Lee & Han, 2022; Kim & Yoo, 2025; Al Kahf et al., 2026). Estos hallazgos contrastan con la situación observada en el presente estudio, donde la formación parece sustentarse principalmente en estrategias teóricas convencionales.

Al contrastar los resultados obtenidos con la evidencia disponible, se confirma que la baja preparación percibida en ventilación mecánica entre médicos internos de pregrado no constituye un fenómeno aislado, sino una manifestación local de una problemática educativa ampliamente documentada a nivel internacional. La concordancia entre los hallazgos del estudio y los reportes previos refuerza la pertinencia de los resultados y subraya la necesidad de fortalecer la formación en ventilación mecánica desde etapas tempranas del currículo médico, mediante enfoques pedagógicos orientados al desarrollo progresivo de competencias clínicas y a la mejora de la seguridad del paciente.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian una discordancia relevante entre las exigencias competenciales propias de la práctica clínica contemporánea y la preparación percibida por los médicos internos de pregrado al concluir su formación básica, lo cual permite inferir que la enseñanza impartida durante el pregrado médico no garantiza el desarrollo integral de las competencias teóricas y prácticas necesarias para afrontar de manera segura y eficaz los escenarios clínicos que requieren la implementación y manejo de la ventilación mecánica.

La limitada adquisición de fundamentos teóricos esenciales, junto con la baja autopercepción de capacidad para ejecutar tareas operativas clave, pone de relieve una insuficiente integración entre el aprendizaje conceptual y su aplicación práctica.

Adicionalmente, la reducida exposición a situaciones clínicas reales o simuladas durante el pregrado parece contribuir de forma significativa a la inseguridad percibida por los médicos internos, lo que podría repercutir negativamente en su desempeño profesional temprano y en la calidad de la atención brindada. Este escenario resulta especialmente relevante si se considera que la ventilación mecánica constituye una intervención de alto riesgo que demanda competencias clínicas bien consolidadas desde los primeros años del ejercicio médico.

Desde una perspectiva académica y metodológica, los hallazgos del estudio sustentan la necesidad de revisar de manera crítica los programas curriculares del pregrado médico, con énfasis en aquellas competencias clínicas de alta complejidad. La incorporación de estrategias educativas estructuradas que favorezcan la integración del conocimiento teórico con la práctica clínica supervisada, así como el desarrollo progresivo de habilidades mediante métodos activos de aprendizaje, se perfila como una vía necesaria para atender las brechas identificadas. En este sentido, la evaluación de la preparación percibida de los médicos internos aporta información valiosa para la planeación y priorización de intervenciones educativas orientadas al fortalecimiento de competencias fundamentales.

REFERENCIAS

- Al Kahf, S., Beloncle, F., Piquilloud, L., Mekontso Dessap, A., & Carteaux, G. (2026). Closing the gap in mechanical ventilation education with massive open online simulation. *Intensive Care Medicine*.
<https://doi.org/10.1007/s00134-026-08298-5>
- Coldewey, B., Diruf, A., Röhrig, R., & Lipprandt, M. (2021). Causes of use errors in ventilation devices: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 98, 103544.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103544>
- Hayashi, F. K., Sousa, M. L. A., Garcia, M. V. F., Macedo, B. R., & Ferreira, J. C. (2022). Simulation-based assessment to measure proficiency in mechanical ventilation among residents. *ATS Scholar*, 3(2), 204–219.
<https://doi.org/10.34197/ats-scholar.2021-0130OC>
- Ippolito, M., Simone, B., Safadi, S., Spinuzza, E., Catania, T., Ingoglia, G., ... Cortegiani, A. (2023). Effectiveness of a remote simulation training in mechanical ventilation among trainees. *Pulmonology*, 29(4), 332–334.
<https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2022.05.007>
- Kim, D. R., & Yoo, J. (2025). The effectiveness of 360-degree virtual reality-based mechanical ventilation nursing education for ICU nurses. *Healthcare*, 13(14), 1639.
<https://doi.org/10.3390/healthcare13141639>
- Lee, H., & Han, J.-W. (2022). Development and evaluation of a virtual reality mechanical ventilation education program for nursing students. *BMC Medical Education*, 22, 775.

<https://doi.org/10.1186/s12909-022-03834-5>

- Macedo, B. R., Lima, C. S., Haydar, A., Holanda, M. A., Hayashi, F. K., & Ferreira, J. C. (2025). Impact of a competency-based mechanical ventilation course using virtual simulation. *ATS Scholar*, 6(2), 202–216. <https://doi.org/10.34197/ats-scholar.2024-0083OC>
- Mireles-Cabodevila, E., & Chatburn, R. L. (2023). Simulation in mechanical ventilation training: Integrating best practices for effective education. *Respiratory Care*. <https://doi.org/10.4187/respcare.12551>
- Pervaiz, A., Daoud, A., Alchakaki, A., Ganti, S., Venkat, D., Lee, S., & Sankari, A. (2023). A pilot standardized simulation-based mechanical ventilation curriculum. *Avicenna*

Journal of Medicine, 13, 176–181.

<https://doi.org/10.1055/s-0043-1773792>

- Schroedl, C., & Vitale, K. (2022). Assessing mechanical ventilation management skills: More tools for the toolbox. *ATS Scholar*, 3(3), 382–385. <https://doi.org/10.34197/ats-scholar.2022-0043ED>
- Takeda, K., Kasai, H., Tajima, H., Furukawa, Y., Imaeda, T., Suzuki, T., & Ito, S. (2023). Mixed-methods education of mechanical ventilation for residents in the COVID-19 era. *PLOS ONE*, 18(7), e0287925. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287925>
- Walter, K. (2021). Mechanical ventilation. *JAMA*, 326(14), 1452. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.13084>

Diagnóstico médico con redes neuronales

Medical diagnosis with neural networks

María de los Ángeles Ahumada Cervantes, Guadalupe Esmeralda Rivera García, Juan Carlos
Ramírez Vázquez*, Miriam Janet Cervantes López**

Resumen

La inteligencia artificial, mediante el uso de redes neuronales artificiales, se ha consolidado como una herramienta relevante en la transformación de los procesos diagnósticos y predictivos en la medicina contemporánea. El presente estudio analiza la aplicación de redes neuronales artificiales para la predicción y el apoyo al diagnóstico médico, así como su integración con plataformas de telemedicina. A través de una metodología estructurada que abarca la recopilación, preprocesamiento y selección de datos, el diseño y entrenamiento de modelos neuronales, su validación y monitoreo continuo, se identificaron mejoras significativas en la detección temprana de enfermedades complejas y en la estratificación del riesgo clínico. Los resultados evidencian una reducción de errores asociados a factores humanos, una mayor personalización de los tratamientos y una optimización en el uso de recursos sanitarios. Asimismo, los sistemas desarrollados mostraron potencial para el seguimiento continuo de pacientes y la adaptación dinámica de las recomendaciones clínicas. No obstante, se destaca la necesidad de validación permanente y una integración ética y responsable para garantizar su efectividad y seguridad clínica.

Palabras clave: inteligencia artificial; redes neuronales artificiales; diagnóstico médico; telemedicina; predicción de enfermedades

Abstract

Artificial intelligence, through the use of artificial neural networks, has become a relevant tool in the transformation of diagnostic and predictive processes in contemporary medicine. This study analyzes the application of artificial neural networks for disease prediction and diagnostic support, as well as their integration with telemedicine platforms. Using a structured methodology that includes data collection, preprocessing and feature selection, neural model design and training, validation, and continuous monitoring, significant improvements were identified in the early detection of complex diseases and in clinical risk stratification. The results demonstrate a reduction in errors associated with human factors, improved personalization of treatments, and optimization of healthcare resource utilization. In addition, the developed systems showed potential for continuous patient monitoring and dynamic adaptation of clinical recommendations. Nevertheless, the study highlights the need for ongoing validation and ethical, responsible integration to ensure clinical effectiveness and safety.

Keywords: artificial intelligence; artificial neural networks; medical diagnosis; telemedicine; disease prediction

Correspondencia: angeles.ahumada@itspanuco.edu.mx

Fecha de recepción: 17/junio/2025 | **Fecha de aceptación:** 12/diciembre/2025 | **Fecha de publicación:** 30/abril/2026

*TecNM. Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. Pánuco, Veracruz, México

** Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina de Tampico. Tampico, Tamaulipas, México



INTRODUCCIÓN

El desarrollo acelerado de la inteligencia artificial (IA) ha impulsado transformaciones profundas en diversos ámbitos del conocimiento científico, destacando de manera particular su impacto en la medicina contemporánea. La creciente digitalización de los sistemas de salud, junto con el aumento exponencial del volumen y la complejidad de los datos clínicos disponibles, ha generado un entorno propicio para la adopción de modelos computacionales avanzados capaces de apoyar los procesos diagnósticos, pronósticos y terapéuticos. En este contexto, las redes neuronales artificiales (RNA) se han consolidado como una de las aproximaciones más relevantes dentro del aprendizaje profundo, debido a su capacidad para modelar relaciones no lineales complejas y extraer patrones clínicamente significativos a partir de datos heterogéneos (Esteva et al., 2021; Topol, 2021).

El diagnóstico médico constituye una de las áreas donde la aplicación de RNA ha mostrado mayor potencial, particularmente en escenarios caracterizados por alta carga de información, necesidad de decisiones oportunas y elevada variabilidad interindividual. Diversos estudios han demostrado que los modelos basados en aprendizaje profundo pueden igualar o superar el desempeño humano en tareas diagnósticas específicas, especialmente en el análisis de imágenes médicas, señales biomédicas y datos multimodales, contribuyendo a mejorar la precisión diagnóstica y a reducir la variabilidad asociada al juicio clínico individual (Rajpurkar et al., 2021; Shen et al., 2021).

Este avance resulta especialmente relevante si se considera que los errores diagnósticos continúan representando una causa sustancial de eventos adversos en los sistemas de salud actuales (Rajkomar et al., 2022).

En particular, las RNA han demostrado una notable eficacia en el análisis automatizado de imágenes médicas mediante arquitecturas convolucionales, así como en la interpretación de series temporales clínicas mediante redes neuronales recurrentes, lo que ha permitido la detección temprana de patologías cardiovasculares, oncológicas y neurológicas (Attia et al., 2022; Yao et al., 2021). Estos desarrollos han contribuido de forma significativa al avance de la medicina de precisión, al facilitar diagnósticos más tempranos y personalizados basados en grandes volúmenes de datos clínicos y biológicos (Kather et al., 2021).

Paralelamente, la integración de redes neuronales con plataformas de telemedicina ha ampliado el alcance del diagnóstico asistido por IA más allá de los entornos hospitalarios tradicionales. La incorporación de sistemas inteligentes en la atención médica remota ha permitido mejorar el acceso a servicios diagnósticos especializados, particularmente en regiones con limitaciones de infraestructura sanitaria y escasez de personal médico capacitado. En estos escenarios, la convergencia entre IA y telemedicina se perfila como una estrategia clave para reducir desigualdades en el acceso a la atención y optimizar la asignación de recursos clínicos (Bestsenny et al., 2022; Ting et al., 2022).

No obstante, la implementación de RNA en el diagnóstico médico enfrenta desafíos relevantes desde el punto de vista técnico, clínico y ético. Entre los principales obstáculos se encuentran la dependencia de conjuntos de datos extensos y de alta calidad, las dificultades para garantizar la generalización de los modelos en distintos contextos poblacionales, la opacidad de los procesos decisionales algorítmicos y las preocupaciones relativas a la privacidad y seguridad de la información clínica (Kelly et al., 2022; Morley et al., 2021). Estas limitaciones han motivado un creciente interés por el desarrollo de enfoques de inteligencia artificial explicable, orientados a incrementar la transparencia y la confianza clínica en los sistemas de apoyo diagnóstico basados en RNA (Zhang et al., 2023).

En este marco, resulta científicamente pertinente analizar de manera sistemática el papel de las redes neuronales artificiales en el diagnóstico médico, considerando tanto sus fundamentos conceptuales como sus aplicaciones prácticas, beneficios y restricciones actuales. La exploración de estas tecnologías desde una perspectiva académica y metodológica permite comprender su potencial transformador en los procesos diagnósticos, al tiempo que posibilita identificar vacíos de conocimiento relacionados con su implementación en escenarios clínicos reales y su impacto en la calidad y equidad de la atención sanitaria (Lupton & Jutel, 2023). De este modo, el estudio del diagnóstico médico asistido por redes neuronales no solo responde a una tendencia tecnológica emergente, sino que constituye una necesidad para avanzar hacia

modelos de atención más precisos, accesibles y sustentados en evidencia científica.

MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La implementación de redes neuronales artificiales en el ámbito del diagnóstico médico exige un abordaje metodológico estructurado que permita garantizar la validez científica de los modelos desarrollados y su potencial aplicabilidad clínica. Si bien estas arquitecturas han demostrado una elevada capacidad para el análisis de datos complejos, su uso plantea desafíos relevantes, entre los que destacan la necesidad de grandes volúmenes de datos debidamente etiquetados, la susceptibilidad a perturbaciones adversarias y la limitada interpretabilidad de los procesos decisionales, aspecto fundamental para generar confianza en entornos clínicos. En este sentido, la metodología adoptada se concibe como un proceso integral que abarca desde la gestión inicial de los datos hasta la implementación y evaluación continua del modelo predictivo, siguiendo una secuencia sistemática de etapas interdependientes.

La fase inicial del proceso corresponde a la recopilación de datos, considerada un elemento central para el desempeño posterior del modelo. En el contexto médico, esta etapa implica la integración de información procedente de múltiples fuentes clínicas, tales como historias clínicas electrónicas, resultados de pruebas de laboratorio, registros demográficos, cuestionarios de síntomas y, cuando resulta pertinente, datos genómicos y proteómicos. La combinación de estas fuentes permite conformar

conjuntos de datos multimodales que reflejan de manera más fiel la complejidad biológica y clínica de los pacientes, sentando las bases para un enfoque diagnóstico y predictivo más preciso y personalizado. Una vez consolidada la información, se desarrolla el preprocesamiento de los datos, etapa indispensable para asegurar su calidad, consistencia y adecuación al entrenamiento de redes neuronales.

Este proceso comprende la depuración de los registros para corregir errores, eliminar duplicados y tratar valores faltantes, así como la transformación de variables categóricas en representaciones numéricas compatibles con los algoritmos de aprendizaje. De manera complementaria, se aplican procedimientos de normalización y escalado con el fin de evitar desequilibrios en la contribución de las variables durante el aprendizaje, así como técnicas de reducción de dimensionalidad cuando la complejidad del conjunto de datos lo requiere. Estas acciones contribuyen a mejorar la estabilidad, eficiencia y capacidad de generalización del modelo.

Posteriormente, se lleva a cabo la selección de características, orientada a identificar las variables más informativas y relevantes para la tarea diagnóstica o predictiva. Esta etapa busca reducir la presencia de ruido y redundancia en los datos, favoreciendo un modelo más parsimonioso y eficiente sin comprometer su desempeño. La selección se realiza mediante la combinación de criterios algorítmicos y consideraciones clínicas, de modo que las variables retenidas posean tanto relevancia estadística como significado médico,

fortaleciendo la interpretabilidad y utilidad clínica del sistema.

El diseño de la arquitectura de la red neuronal constituye un componente metodológico central, dado que determina la capacidad del modelo para capturar patrones complejos presentes en los datos médicos. La elección de la arquitectura se realiza en función de la naturaleza del problema y del tipo de información analizada, empleando redes neuronales convolucionales para el procesamiento de imágenes médicas y redes neuronales recurrentes o de memoria a largo plazo para el análisis de datos secuenciales, como señales biomédicas o series temporales clínicas. En todos los casos, el diseño busca un equilibrio entre profundidad y complejidad, incorporando estrategias de regularización que permitan minimizar el riesgo de sobreajuste y favorecer la generalización a datos no observados, aspecto esencial para su aplicación en entornos clínicos reales.

De manera complementaria, se seleccionan funciones de activación adecuadas que permitan modelar relaciones no lineales complejas y facilitar el proceso de aprendizaje. La elección de estas funciones se realiza considerando el tipo de tarea y la estabilidad del entrenamiento, dado que su adecuado desempeño incide directamente en la precisión del modelo y en su capacidad para generar resultados clínicamente útiles. Asimismo, se define un esquema de optimización que regula la actualización de los pesos de la red, seleccionando algoritmos que garanticen una convergencia eficiente y estable del proceso de aprendizaje.

El entrenamiento del modelo se desarrolla mediante la división del conjunto de datos en subconjuntos destinados al entrenamiento, la validación y la prueba, con el propósito de evaluar su desempeño en distintas fases y prevenir el sobreajuste. Durante este proceso, la red neuronal ajusta iterativamente sus parámetros con el objetivo de minimizar una función de pérdida que cuantifica la discrepancia entre las predicciones generadas y los valores reales. Este aprendizaje progresivo se lleva a cabo a lo largo de múltiples iteraciones, permitiendo refinar la capacidad predictiva del modelo y mejorar su desempeño global.

La evaluación del modelo se realiza mediante métricas que permiten valorar de forma integral su efectividad diagnóstica y predictiva, considerando tanto la exactitud general como su capacidad para identificar correctamente casos positivos y negativos. Estas métricas resultan esenciales para determinar la viabilidad del modelo en un contexto clínico y orientar posibles ajustes metodológicos. Con el fin de reforzar la robustez y capacidad de generalización, se aplica validación cruzada utilizando distintas particiones de los datos, lo que reduce la dependencia de una única división y permite evaluar la estabilidad del desempeño frente a variaciones en el conjunto de entrada.

Finalmente, una vez validado, el modelo puede ser implementado como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en entornos clínicos o plataformas de atención médica, ya sea para la generación de predicciones en tiempo real o para análisis

retrospectivos. La metodología contempla, además, un proceso continuo de monitoreo y actualización del modelo, orientado a mantener su precisión frente a cambios en los patrones de enfermedad, la incorporación de nuevos datos y la evolución de los protocolos médicos. Este enfoque de mejora continua resulta fundamental para asegurar la utilidad sostenida de las redes neuronales artificiales en el diagnóstico médico y su integración responsable en los sistemas de salud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de la metodología basada en redes neuronales artificiales para la predicción y el apoyo al diagnóstico médico evidenció una mejora sustancial en la capacidad de identificación temprana de enfermedades, particularmente en contextos caracterizados por una elevada complejidad y heterogeneidad de los datos clínicos. Los modelos desarrollados mostraron una notable habilidad para detectar patrones sutiles y relaciones no lineales que no siempre resultan evidentes mediante enfoques diagnósticos convencionales, lo que permitió una aproximación más precisa y oportuna en patologías como enfermedades cardiovasculares, diabetes y distintos tipos de cáncer.

Este hallazgo es consistente con estudios previos que han documentado la superioridad de las redes neuronales profundas en el procesamiento de datos clínicos multimodales y en la detección precoz de entidades patológicas con manifestaciones iniciales inespecíficas (Esteva et al., 2021; Rajpurkar et al., 2021).

Desde una perspectiva diagnóstica, la capacidad de las redes neuronales para integrar simultáneamente múltiples fuentes de información clínica, demográfica y biomolecular refuerza su utilidad en escenarios donde la evolución temprana de la enfermedad es silenciosa o presenta una alta variabilidad interindividual. Investigaciones recientes han subrayado que este enfoque integrador constituye uno de los principales aportes de la inteligencia artificial al diagnóstico médico, al superar las limitaciones de modelos basados en reglas predefinidas o análisis univariados (Rajkomar et al., 2022; Kather et al., 2021). En este sentido, los resultados obtenidos respaldan la pertinencia de las RNA como herramientas complementarias para mejorar la precisión diagnóstica en la práctica clínica.

Asimismo, la incorporación de sistemas basados en inteligencia artificial mostró un impacto positivo en la reducción de errores asociados a factores humanos, tales como la fatiga, el sesgo cognitivo y la variabilidad en el nivel de experiencia del personal sanitario. La utilización de los modelos neuronales como apoyo a la toma de decisiones permitió reforzar la consistencia diagnóstica mediante un segundo nivel de análisis, sin sustituir el juicio clínico profesional. Este resultado se alinea con la literatura que destaca el valor de la IA como un sistema de apoyo que mejora la reproducibilidad diagnóstica y reduce la variabilidad interobservador, especialmente en entornos asistenciales de alta carga de trabajo (Kelly et al., 2022; Topol, 2021).

En relación con la predicción de riesgos, los modelos implementados demostraron una adecuada capacidad para identificar perfiles de pacientes con mayor probabilidad de desarrollar determinadas enfermedades, a partir del análisis conjunto de variables clínicas, demográficas y biomoleculares. Esta capacidad predictiva permitió una estratificación más precisa del riesgo y la orientación de intervenciones preventivas tempranas y focalizadas, lo que representa un avance relevante hacia enfoques proactivos de atención sanitaria. Resultados similares han sido reportados en estudios que utilizan redes neuronales para el análisis de datos longitudinales y series temporales clínicas, particularmente en el ámbito cardiovascular y metabólico (Attia et al., 2022; Yao et al., 2021).

De manera complementaria, los hallazgos evidencian que el uso de redes neuronales artificiales favorece la personalización de los tratamientos médicos. La capacidad de procesar grandes volúmenes de datos permitió generar recomendaciones terapéuticas ajustadas a perfiles individuales, lo que potencialmente se traduce en una mayor eficacia clínica y en la reducción de efectos adversos asociados a tratamientos generalizados. Este resultado concuerda con los principios de la medicina de precisión, donde la inteligencia artificial ha sido identificada como un facilitador clave para adaptar estrategias terapéuticas a características específicas de cada paciente (Kather et al., 2021; Rajkomar et al., 2022).

Desde una perspectiva operativa, la implementación de los modelos neuronales mostró un impacto favorable en la optimización de los recursos sanitarios. La posibilidad de priorizar casos en función del nivel de riesgo estimado contribuyó a una asignación más eficiente de los recursos humanos y tecnológicos, aspecto particularmente relevante en sistemas de salud con alta demanda asistencial y restricciones estructurales.

Estudios recientes han señalado que la combinación de predicción temprana y estratificación de riesgos mediante inteligencia artificial puede mejorar la gestión de recursos y reducir la presión sobre los servicios de atención especializada (Bestsenny et al., 2022; Ting et al., 2022). De forma concomitante, la mejora en la detección temprana y en la prevención de enfermedades sugiere una reducción potencial de los costos asociados a hospitalizaciones prolongadas, tratamientos tardíos y repetición innecesaria de pruebas diagnósticas.

Finalmente, los resultados ponen de manifiesto el valor de las redes neuronales artificiales para el monitoreo y seguimiento continuo de pacientes. La capacidad de los modelos para incorporar datos actualizados sobre la evolución del estado de salud permitió ajustes dinámicos en las recomendaciones clínicas, favoreciendo la prevención de complicaciones y la mejora de los resultados a largo plazo. Este enfoque adaptativo resulta especialmente pertinente en el manejo de enfermedades crónicas, donde la vigilancia continua y la intervención

oportuna son determinantes para la calidad de vida del paciente (Lupton & Jutel, 2023).

No obstante, la interpretación de estos hallazgos debe considerar las limitaciones señaladas en la literatura, particularmente aquellas relacionadas con la calidad y representatividad de los datos, la generalización de los modelos a poblaciones distintas y la limitada explicabilidad de los procesos decisionales de las redes neuronales profundas.

Estas restricciones continúan siendo objeto de investigación activa y subrayan la necesidad de integrar enfoques de inteligencia artificial explicable que fortalezcan la transparencia y la confianza clínica en estos sistemas (Morley et al., 2021; Zhang et al., 2023). En conjunto, los resultados y su discusión confirman el potencial de las redes neuronales artificiales para mejorar la precisión, eficiencia y proactividad del diagnóstico médico, siempre que su implementación se realice de manera responsable, validada y alineada con los flujos clínicos reales.

CONCLUSIONES

Los hallazgos del presente estudio permiten afirmar que las redes neuronales artificiales representan una herramienta metodológica robusta para el análisis de datos clínicos complejos y el fortalecimiento de los procesos diagnósticos en la medicina contemporánea. La capacidad de estos modelos para procesar grandes volúmenes de información heterogénea y detectar patrones no evidentes favorece una identificación más temprana de enfermedades y una aproximación diagnóstica más

precisa, con implicaciones directas en la calidad y oportunidad de la atención médica.

La integración de las redes neuronales artificiales en entornos de telemedicina se destaca como un componente estratégico para ampliar el acceso a servicios diagnósticos especializados, particularmente en regiones con limitaciones de infraestructura y disponibilidad de personal sanitario. Este enfoque contribuye a reducir las brechas en la atención, optimizar la gestión de los recursos disponibles y avanzar hacia modelos de atención más equitativos, sin comprometer la calidad clínica del proceso diagnóstico.

Asimismo, los resultados ponen de manifiesto que el uso de redes neuronales artificiales favorece un enfoque preventivo y personalizado de la atención médica, al permitir la estratificación del riesgo y la adaptación de intervenciones terapéuticas a las características individuales de los pacientes. Este enfoque resulta especialmente relevante en el manejo de enfermedades crónicas y de alta prevalencia, donde la detección temprana y el seguimiento continuo son determinantes para mejorar los desenlaces clínicos y la calidad de vida.

No obstante, el análisis realizado también evidencia que el impacto positivo de estas tecnologías depende de manera crítica de su implementación responsable. La necesidad de datos de alta calidad, procesos de validación continua y mecanismos que faciliten la interpretabilidad de los modelos constituye un aspecto central para garantizar su aceptación clínica y

su uso seguro. En este sentido, la incorporación de redes neuronales artificiales en los sistemas de salud debe concebirse como un proceso dinámico, sujeto a evaluación y mejora constante, y no como una solución tecnológica estática.

En conjunto, las conclusiones obtenidas refuerzan la idea de que las redes neuronales artificiales tienen el potencial de transformar de manera sustantiva la práctica médica, al mejorar la precisión diagnóstica, personalizar los tratamientos y ampliar el acceso a servicios de salud de calidad. La consolidación de estos beneficios requiere, sin embargo, un enfoque interdisciplinario que integre conocimientos clínicos, técnicos y éticos, orientado a maximizar el valor de la inteligencia artificial en beneficio del paciente y del sistema sanitario en su conjunto.

REFERENCIAS

- Al Kahf, S., Beloncle, F., Piquilloud, L., Mekontso Dessap, A., & Carteaux, G. (2026). Closing the gap in mechanical ventilation education with massive open online simulation. *Intensive Care Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s00134-026-08298-5>
- Attia, Z. I., Kapa, S., Lopez-Jimenez, F., McKie, P. M., Ladewig, D. J., Satam, G., ... Friedman, P. A. (2022). Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nature Medicine*, 28(1), 154–160.

- <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01623-5>
- Bestsenny, O., Gilbert, G., Harris, A., & Rost, J. (2022). Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality? *NPJ Digital Medicine*, 5, 41. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00568-9>
- Coldewey, B., Diruf, A., Röhrig, R., & Lipprandt, M. (2021). Causes of use errors in ventilation devices: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 98, 103544. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103544>
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., ... Dean, J. (2021). A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine*, 27(2), 263–271. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-01177-6>
- Hatamizadeh, A., Nath, V., Tang, Y., Yang, D., Roth, H. R., & Xu, D. (2022). UNETR: Transformers for 3D medical image segmentation. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 574–584). <https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.00066>
- Kelly, C. J., Karthikesalingam, A., Suleyman, M., Corrado, G., & King, D. (2022). Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Medicine*, 20, 195. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02314-7>
- Kather, J. N., Calderaro, J., & Turkeltaub, J. A. (2021). Artificial intelligence for diagnosis and prognosis in cancer. *Nature Cancer*, 2(3), 276–287. <https://doi.org/10.1038/s43018-021-00184-3>
- Lupton, D., & Jutel, A. (2023). Digital health surveillance: Data, power and automation. *Social Science & Medicine*, 315, 115401. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115401>
- Morley, J., Machado, C. C., Burr, C., Cows, J., Taddeo, M., & Floridi, L. (2021). The ethics of AI in health care: A mapping review. *Social Science & Medicine*, 260, 113172. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113172>
- Rajkomar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2022). Machine learning in medicine. *New England Journal of Medicine*, 386(14), 1351–1360. <https://doi.org/10.1056/NEJMra2114252>
- Rajpurkar, P., Chen, E., Banerjee, O., & Topol, E. J. (2021). AI in health and medicine. *Nature Medicine*, 27(1), 31–38. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-01178-5>
- Shen, D., Wu, G., & Suk, H.-I. (2021). Deep learning in medical image analysis. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 23, 221–248. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-082120-040357>

- Ting, D. S. W., Liu, Y., Burlina, P., Xu, X., Bressler, N. M., & Wong, T. Y. (2022). AI for medical imaging goes deep. *Nature Medicine*, 28(1), 18–20.
<https://doi.org/10.1038/s41591-021-01608-4>
- Topol, E. J. (2021). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 27(1), 44–56.
<https://doi.org/10.1038/s41591-020-01193-6>
- Yao, Q., Wang, P., Zhang, H., & Wu, Q. (2021). Recurrent neural networks for medical time series data analysis: A review. *Artificial Intelligence in Medicine*, 112, 102014.
<https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.102014>
- Zhang, Z., Ashfaq, A., Li, J., Huang, Q., & Hu, J. (2023). Explainable artificial intelligence in medical diagnosis: A systematic review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 16, 286–301.
<https://doi.org/10.1109/RBME.2023.3250112>

Análisis de la comprensión en la comunidad sobre el diagnóstico del cáncer cervical: Un estudio de cohorte

Analysis of community understanding of the diagnosis of cervical cancer: A cohort study

José Eugenio Guerra Cardenas, Raúl Ivanhoe Perales Chávez, Daniel Antonio Guevara Arévalo,
Dian Alejandra Navarro García*

Resumen

El cáncer cervical continúa representando un problema relevante de salud pública, particularmente en contextos donde el diagnóstico oportuno y las estrategias preventivas muestran una cobertura limitada. El presente estudio tuvo como finalidad analizar el nivel de comprensión en la comunidad femenina sobre el diagnóstico, los factores de riesgo y las estrategias de detección temprana del cáncer cervical. Se llevó a cabo un estudio de cohorte prospectivo en una muestra de 100 mujeres mayores de 18 años, residentes de los municipios de Tampico y Ciudad Madero, Tamaulipas, sin formación en ciencias de la salud. La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario estructurado aplicado en línea, el cual evaluó conocimientos generales, factores de riesgo, prácticas preventivas y antecedentes personales. Los resultados evidenciaron un nivel de conocimiento global moderado, con deficiencias importantes en aspectos diagnósticos específicos, particularmente en el reconocimiento de la prueba conjunta para VPH y citología. Se identificaron diferencias relevantes según el grupo etario, observándose mayor conocimiento en mujeres adultas jóvenes y menor comprensión en mujeres mayores de 55 años. Los hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer estrategias educativas comunitarias orientadas a la promoción del diagnóstico oportuno, la prevención y la comunicación efectiva entre los servicios de salud y la población.

Palabras clave: cáncer cervical; virus del papiloma humano; diagnóstico oportuno; tamizaje; conocimiento comunitario

Correspondencia: jguerra@docentes.uat.edu.mx

Fecha de recepción: 21/agosto/2025 | **Fecha de aceptación:** 31/octubre/2025 | **Fecha de publicación:** 30/abril/2026

*Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina de Tampico. Tampico, Tamaulipas, México

Abstract

Cervical cancer continues to represent a significant public health problem, particularly in contexts where timely diagnosis and preventive strategies have limited coverage. The aim of this study was to analyze the level of understanding among the female community regarding the diagnosis, risk factors, and early detection strategies for cervical cancer. A prospective cohort study was conducted in a sample of 100 women over 18 years of age, residents of the municipalities of Tampico and Ciudad Madero, Tamaulipas, without formal training in health sciences. Data were collected through a structured online questionnaire that assessed general knowledge, risk factors, preventive practices, and personal medical history. The results revealed a moderate overall level of knowledge, with notable deficiencies in specific diagnostic aspects, particularly in the recognition of combined HPV testing and cytology. Relevant differences were identified according to age group, with higher levels of knowledge observed among young adult women and lower levels among women over 55 years of age. These findings highlight the need to strengthen community-based educational strategies aimed at promoting timely diagnosis, prevention, and effective communication between healthcare services and the population.

Keywords: cervical cancer; human papillomavirus; early diagnosis; screening; community knowledge



INTRODUCCIÓN

El cáncer cervical continúa siendo uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial, a pesar de tratarse de una enfermedad ampliamente prevenible y potencialmente curable cuando se detecta en etapas tempranas. De acuerdo con estimaciones recientes, esta neoplasia ocupa el cuarto lugar entre los cánceres más frecuentes en mujeres, con una carga desproporcionada en países de ingresos bajos y medios, donde se concentran la mayoría de los casos incidentes y las muertes asociadas. Esta distribución desigual refleja profundas brechas en el acceso a programas de vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH), a estrategias de tamizaje oportuno y a servicios de tratamiento adecuados, así como la influencia de determinantes sociales y estructurales que limitan la prevención efectiva de la enfermedad (World Health Organization, 2025).

La evidencia científica ha establecido de manera consistente que la causa principal del cáncer cervical es la infección persistente por VPH de alto riesgo, particularmente los genotipos 16 y 18, responsables de la mayoría de los casos de carcinoma escamoso y adenocarcinoma del cuello uterino. Sin embargo, la progresión desde la infección viral hasta el desarrollo de lesiones precursoras y cáncer invasor no es un proceso lineal ni inevitable, sino que depende de la interacción de múltiples factores biológicos, inmunológicos y conductuales. Entre estos factores se incluyen el tabaquismo, la multiparidad, el inicio temprano de la actividad sexual, la presencia de múltiples parejas sexuales y el bajo nivel

socioeconómico, los cuales han sido asociados con un mayor riesgo de persistencia viral y transformación maligna (Perkins et al., 2023; Arip et al., 2022).

Uno de los principales desafíos para el control del cáncer cervical radica en su curso clínico inicial típicamente asintomático, lo que retrasa el diagnóstico hasta etapas avanzadas en ausencia de programas de detección sistemática. Diversos estudios han demostrado que la implementación de estrategias de tamizaje, como la citología cervical y la detección del ADN del VPH, reduce de manera significativa la incidencia de cáncer invasor y la mortalidad asociada. No obstante, la efectividad de estas estrategias depende en gran medida de la cobertura poblacional y de la adherencia sostenida a los programas de detección, elementos estrechamente vinculados al nivel de conocimiento y comprensión de la población sobre la enfermedad y sus métodos diagnósticos (Perkins et al., 2023; Terasawa et al., 2022).

En los últimos años, la Organización Mundial de la Salud ha promovido una estrategia global para la eliminación del cáncer cervical como problema de salud pública, estableciendo metas ambiciosas que incluyen la vacunación del 90% de las niñas contra el VPH, el tamizaje del 70% de las mujeres en edades clave y el tratamiento oportuno del 90% de los casos detectados. Sin embargo, alcanzar estos objetivos requiere no solo de infraestructura sanitaria adecuada, sino también de una población informada y empoderada que reconozca la importancia de la

prevención y el diagnóstico temprano. La literatura reciente ha documentado de manera consistente que el nivel de conocimiento sobre el VPH, su relación con el cáncer cervical y las pruebas de detección varía significativamente según la edad, el nivel educativo y el contexto sociocultural, lo que condiciona la participación en los programas de tamizaje (Stephens et al., 2023; Khumalo et al., 2022).

Estudios poblacionales realizados en diferentes regiones han identificado que, incluso en contextos donde existen programas de detección establecidos, persisten deficiencias sustanciales en el reconocimiento de las pruebas diagnósticas actuales, especialmente aquellas que integran la detección del VPH como método primario o combinado. Esta falta de comprensión no solo limita la utilización de las pruebas disponibles, sino que también contribuye a percepciones erróneas sobre el riesgo individual y la necesidad de acudir a evaluaciones preventivas, particularmente en mujeres mayores y en grupos con menor nivel educativo (Tesfaw et al., 2021; Adewumi et al., 2022).

Asimismo, la vacunación contra el VPH representa una intervención clave para la prevención primaria del cáncer cervical, con evidencia robusta que demuestra reducciones significativas en la incidencia de lesiones precancerosas en poblaciones vacunadas. No obstante, la aceptación y cobertura de la vacuna continúan siendo heterogéneas, influenciadas por el nivel de información, las creencias culturales y la comunicación médico-paciente. Investigaciones recientes han resaltado que la baja conciencia sobre la

relación entre el VPH y el cáncer cervical se asocia con menores tasas de vacunación y, en consecuencia, con una menor efectividad de los programas preventivos a largo plazo (Stephens et al., 2023; CDC, 2025).

En este contexto, resulta fundamental analizar la comprensión de la comunidad sobre el diagnóstico del cáncer cervical, con un enfoque que permita identificar brechas de conocimiento, diferencias generacionales y áreas prioritarias de intervención educativa. La evaluación del conocimiento comunitario no solo aporta información relevante para la planificación de estrategias de salud pública, sino que constituye un insumo esencial para fortalecer la comunicación entre los servicios de salud y la población, mejorar la adherencia al tamizaje y avanzar hacia el objetivo de la eliminación del cáncer cervical como enfermedad prevenible. En este sentido, el presente estudio se orienta a analizar de manera sistemática el nivel de comprensión sobre el diagnóstico del cáncer cervical en una cohorte comunitaria, contribuyendo con evidencia local que permita contextualizar los retos y oportunidades en la prevención de esta neoplasia.

MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se llevó a cabo un estudio de cohorte prospectivo con enfoque observacional y descriptivo-analítico, diseñado para evaluar el nivel de comprensión en la comunidad femenina acerca del diagnóstico del cáncer cervical, sus factores de riesgo y las estrategias de detección temprana actualmente recomendadas. Este diseño metodológico se consideró pertinente

debido a su capacidad para analizar de manera sistemática la distribución del conocimiento en una población definida, así como para explorar posibles diferencias asociadas a variables sociodemográficas, particularmente la edad, en concordancia con la evidencia que señala una marcada heterogeneidad en el acceso a la información y en la participación en programas de tamizaje según grupos etarios y contextos socioculturales (Perkins et al., 2023; World Health Organization [WHO], 2025).

La población de estudio estuvo conformada por mujeres mayores de 18 años, residentes de los municipios de Tampico y Ciudad Madero, en el estado de Tamaulipas, México, sin formación profesional o académica en áreas relacionadas con las ciencias de la salud. Esta delimitación se estableció con el objetivo de obtener una aproximación más precisa al conocimiento comunitario general, excluyendo a individuos cuyo nivel de información pudiera estar influenciado por su formación profesional. El tamaño de la muestra se fijó en 100 participantes, seleccionadas mediante muestreo aleatorio simple, lo cual permitió reducir el riesgo de sesgo de selección y mejorar la representatividad de la cohorte dentro del contexto local.

Los criterios de inclusión contemplaron el sexo femenino, la mayoría de edad, la residencia permanente en los municipios mencionados y la ausencia de antecedentes de enfermedad ginecológica activa o previa diagnosticada. Se excluyeron mujeres menores de 18 años, aquellas con formación en el área de la salud, con diagnóstico previo de patología

ginecológica relevante o con limitaciones cognitivas que impidieran la adecuada comprensión del instrumento. Todas las participantes otorgaron su consentimiento informado de manera previa a la recolección de la información, garantizando el respeto a los principios éticos de autonomía, confidencialidad y voluntariedad, en concordancia con las recomendaciones internacionales para estudios observacionales en salud pública (WHO, 2025).

La recolección de los datos se realizó mediante un cuestionario estructurado aplicado en modalidad en línea a través de la plataforma Google Forms, seleccionada por su accesibilidad y capacidad para asegurar el anonimato de las respuestas. El instrumento fue diseñado para evaluar de manera integral el conocimiento general sobre el cáncer cervical, la relación con la infección por el virus del papiloma humano, los factores de riesgo reconocidos en la literatura, así como las estrategias de diagnóstico oportuno, incluyendo citología cervical, detección del VPH y prueba conjunta. Adicionalmente, se recopiló información sociodemográfica y antecedentes personales relevantes que permitieran contextualizar los resultados y explorar posibles asociaciones. La estructura del cuestionario respondió a enfoques previamente utilizados y validados en estudios comunitarios sobre conocimiento y prácticas relacionadas con el tamizaje de cáncer cervical, adaptados al contexto local (Khumalo et al., 2022; Stephens et al., 2023).

Para el análisis de la información, las participantes fueron agrupadas en rangos etarios definidos, permitiendo la comparación entre mujeres adultas jóvenes y mujeres adultas mayores, dado que la literatura reciente ha demostrado que la edad constituye un determinante clave en la percepción del riesgo, el conocimiento sobre el VPH y la utilización de servicios de detección temprana (Tesfaw et al., 2021; Perkins et al., 2023).

Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, con el propósito de caracterizar el nivel global de conocimiento y sus variaciones entre los distintos grupos evaluados. Este enfoque permitió identificar áreas específicas de déficit informativo relevantes para la planificación de intervenciones educativas dirigidas a la comunidad.

La metodología adoptada se alinea con las recomendaciones actuales para la investigación en prevención secundaria del cáncer cervical, que destacan la importancia de generar evidencia local sobre barreras cognitivas y de conocimiento para optimizar la implementación de estrategias de tamizaje y avanzar hacia los objetivos globales de eliminación de esta enfermedad como problema de salud pública (WHO, 2025; Ong et al., 2023). En este sentido, el enfoque metodológico no solo permitió describir el estado actual del conocimiento comunitario, sino también aportar insumos relevantes para el diseño de políticas de educación sanitaria basadas en evidencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las pruebas de conocimiento general mostró un nivel global moderado de comprensión sobre el cáncer cervical, con un puntaje promedio de 5.0 en una escala de 0 a 10. Este resultado evidencia la presencia de conocimientos básicos en aproximadamente la mitad de la muestra, mientras que el resto de las participantes presentó escaso o nulo entendimiento del tema, situación que coincide con reportes internacionales que documentan déficits persistentes de conocimiento comunitario sobre el diagnóstico del cáncer cervical, incluso en contextos donde existen programas de tamizaje establecidos (Khumalo et al., 2022; Stephens et al., 2023).

El desempeño heterogéneo por reactivo permitió identificar áreas específicas de fortaleza y debilidad. Las preguntas con mayor proporción de respuestas correctas estuvieron relacionadas con el reconocimiento general del virus del papiloma humano, su vía de transmisión y la existencia de medidas preventivas, incluidos aspectos básicos de la vacunación. En contraste, los mayores niveles de desconocimiento se concentraron en preguntas vinculadas con el diagnóstico oportuno y las estrategias actuales de detección, particularmente aquellas relacionadas con pruebas diagnósticas específicas y su indicación clínica.

Estos hallazgos reflejan una tendencia previamente descrita, donde el conocimiento general sobre el VPH suele ser superior al entendimiento de las herramientas diagnósticas disponibles, lo que limita la

participación informada en programas de cribado (Perkins et al., 2023).

La caracterización sociodemográfica de la cohorte mostró una distribución etaria equilibrada, representada gráficamente en la Figura 1, lo que permitió minimizar sesgos asociados a la sobre-representación de un solo grupo de edad. Para el análisis comparativo, la muestra se consolidó en dos grupos principales: mujeres adultas jóvenes (18 a 30 años) y mujeres adultas mayores de 30 años.

Esta estratificación evidenció diferencias relevantes en la comprensión sobre el VPH y las medidas preventivas, observándose que aproximadamente tres cuartas partes de las participantes con mayor conocimiento pertenecían al grupo de adultas jóvenes. Por el contrario, el desconocimiento fue más pronunciado en mujeres mayores de 55 años, hallazgo consistente con estudios que documentan brechas generacionales en el acceso a la información y en la exposición a campañas de prevención (Tesfaw et al., 2021; Khumalo et al., 2022).

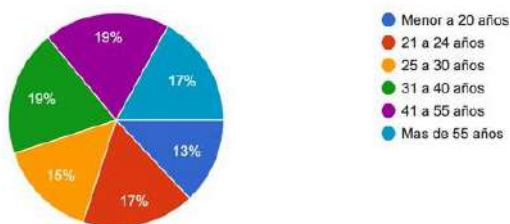


Figura 1. Distribución de la muestra por grupos etarios

Uno de los hallazgos más relevantes se relaciona con el reconocimiento de las pruebas diagnósticas. Tal

como se observa en la Figura 2, aunque una proporción elevada de la muestra identificó al Papanicolaou como método de detección, prácticamente la totalidad de las participantes desconocía la prueba conjunta de citología y detección del VPH.

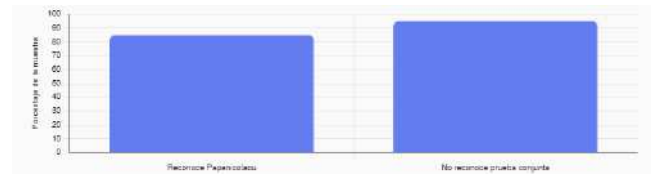


Figura 2. Reconocimiento de pruebas diagnósticas para cáncer cervical

Este resultado adquiere particular relevancia desde una perspectiva de salud pública, ya que la evidencia contemporánea respalda la detección primaria del VPH, sola o combinada con citología, como la estrategia más sensible para la identificación temprana de lesiones cervicales de alto grado (Terasawa et al., 2022; Perkins et al., 2023). La ausencia de asociación entre este desconocimiento y los distintos rangos de edad sugiere que esta brecha informativa es transversal en la comunidad estudiada.

En relación con los factores de riesgo y el tratamiento del cáncer cervical, se evidenció un déficit de conocimiento considerable. Más del 70 % de las participantes no identificó adecuadamente los factores de riesgo asociados a la enfermedad, y más de la mitad mostró desconocimiento respecto a las opciones terapéuticas disponibles. Estos resultados concuerdan con investigaciones previas que señalan que los aspectos etiológicos y terapéuticos suelen ser

menos comprendidos por la población general, lo que dificulta la percepción del riesgo individual y la adopción de conductas preventivas sostenidas (Adewumi et al., 2022; Ong et al., 2023).

El análisis de los datos personales permitió contextualizar los resultados de conocimiento. Se observó que el 60 % de la población tenía uno o más hijos, concentrándose este patrón principalmente en mujeres adultas, especialmente en el rango de 31 a 40 años. Asimismo, una proporción considerable de las participantes reportó factores conductuales asociados a mayor riesgo, como múltiples parejas sexuales y antecedente de consumo de tabaco.

En relación con el tabaquismo, este se presenta con mayor frecuencia entre mujeres adultas jóvenes, fenómeno descrito en otros estudios como un factor emergente que podría incrementar el riesgo de persistencia de la infección por VPH en cohortes más jóvenes (Perkins et al., 2023).

En cuanto a las prácticas preventivas, las revisiones ginecológicas rutinarias y la realización del Papanicolaou fueron más frecuentes en mujeres adultas, lo que sugiere una mayor adherencia a la atención preventiva con el aumento de la edad. Sin embargo, el hecho de que el 71 % de la muestra refiriera no haber recibido información sobre el VPH por parte de su médico familiar o ginecólogo evidencia una falla importante en la comunicación médico-paciente, señalada en la literatura como una

de las principales barreras para el tamizaje y la vacunación (Khumalo et al., 2022; WHO, 2025).

Finalmente, la cobertura vacunal contra el VPH fue baja en la mayoría de las participantes, observándose una mayor proporción de mujeres vacunadas o con antecedente de vacunación recordado en el grupo de adultas jóvenes.

Este hallazgo es congruente con los datos internacionales que muestran un impacto generacional de las políticas de vacunación, pero también pone de manifiesto la necesidad de reforzar estrategias de información y seguimiento en mujeres fuera de los grupos etarios tradicionalmente priorizados (CDC, 2025; Ong et al., 2023).

CONCLUSIONES

El presente estudio pone de relieve que la comprensión comunitaria sobre el diagnóstico oportuno del cáncer cervical constituye un componente crítico para la efectividad de las estrategias de prevención secundaria, más allá de la mera disponibilidad de pruebas diagnósticas y programas institucionales.

La evidencia generada confirma que el acceso a servicios de salud no garantiza, por sí mismo, una apropiación adecuada del conocimiento necesario para una toma de decisiones informada, lo que plantea un reto estructural para los sistemas de salud pública.

Desde una perspectiva poblacional, los hallazgos sugieren que el conocimiento sobre el cáncer cervical y su diagnóstico no se distribuye de manera homogénea, sino que responde a dinámicas generacionales, educativas y comunicacionales complejas. Esta heterogeneidad implica que las estrategias de prevención deben trascender los enfoques generalistas y avanzar hacia modelos de educación sanitaria diferenciados, capaces de responder a las necesidades específicas de cada grupo etario y sociocultural.

Asimismo, el estudio permite reconocer que las prácticas preventivas, como la asistencia a revisiones ginecológicas, no siempre están acompañadas de una comprensión integral del proceso diagnóstico, lo que limita su impacto potencial. Esta disociación entre práctica y conocimiento refuerza la necesidad de fortalecer la comunicación clínica como un eje central de la prevención, posicionando al personal de salud no solo como proveedor de servicios, sino como agente activo de educación y acompañamiento informativo.

En términos de implicaciones para la salud pública, los resultados subrayan la importancia de integrar la evaluación del conocimiento comunitario como un indicador clave en los programas de prevención del cáncer cervical. La identificación temprana de vacíos informativos permite orientar intervenciones educativas más eficientes y evaluar su impacto de manera sistemática, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos globales de reducción de incidencia y mortalidad por esta neoplasia.

Finalmente, este trabajo aporta evidencia local que refuerza la necesidad de abordar el cáncer cervical desde una perspectiva integral, en la que la prevención biomédica se articule con estrategias sostenidas de educación, comunicación y participación comunitaria. El fortalecimiento de estos componentes resulta indispensable para avanzar hacia una detección temprana efectiva y hacia la eliminación progresiva del cáncer cervical como problema prioritario de salud pública.

REFERENCIAS

- Adewumi, K., Nishimura, H., Oketch, S. Y., Adsul, P., & Huchko, M. (2022). Barriers and facilitators to cervical cancer screening in Western Kenya: A qualitative study. *Journal of Cancer Education*, 37(4), 1122–1128. <https://doi.org/10.1007/s13187-020-01928-6>
- Arip, M., Tan, L. F., Jayaraj, R., Abdullah, M., Rajagopal, M., & Selvaraja, M. (2022). Exploration of biomarkers for the diagnosis, treatment and prognosis of cervical cancer: A review. *Discover Oncology*, 13, Article 91. <https://doi.org/10.1007/s12672-022-00551-9>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2025). Trends in cervical precancers identified through population-based surveillance — HPV vaccine impact monitoring project, United States, 2008–2022. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 74(6), 96–101. <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/74/wr/mm7406a4.htm>

- Khumalo, P. G., Carey, M., Mackenzie, L., & Sanson-Fisher, R. (2022). Cervical cancer screening-related knowledge among community health workers in Eswatini: A cross-sectional survey. *Health Promotion International*, 37(4), daac103. <https://doi.org/10.1093/heapro/daac103>
- Ong, S. K., Abe, S. K., Thilagaratnam, S., Haruyama, R., Pathak, R., & Jayasekara, H., et al. (2023). Towards elimination of cervical cancer – HPV vaccination and cervical cancer screening in Asian National Cancer Centers Alliance member countries. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*, 39, 100860. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100860>
- Perkins, R. B., Wentzensen, N., Guido, R. S., Schiffman, M., & Myers, E. R. (2023). Cervical cancer screening: A review. *JAMA*, 330(6), 547–558. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.13174>
- Stephens, E. S., Dema, E., McGee-Avila, J. K., Shiels, M. S., Kreimer, A. R., & Shing, J. Z., et al. (2023). Human papillomavirus awareness by educational level and race and ethnicity. *JAMA Network Open*, 6(11), e2343325. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.43325>
- Terasawa, T., Hosono, S., Sasaki, S., Hoshi, K., Hamashima, Y., & Hamashima, C. (2022). Comparative accuracy of cervical cancer screening strategies in healthy asymptomatic women: A systematic review and network meta-analysis. *Scientific Reports*, 12, Article 94. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04201-y>
- Tesfaw, K., Kindie, W., Mulatu, K., & Bogale, E. K. (2021). Utilisation of cervical cancer screening and associated factors among women aged 30–49 years in Northwest Ethiopia. *BMJ Open*, 12(11), e067229. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-067229>
- World Health Organization. (2025). Cervical cancer: Fact sheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cervical-cancer>

Estado del arte: Enfermedad renal crónica asociada al virus de la hepatitis C

State of the art: Chronic kidney disease associated with the hepatitis C virus

Elvia Donají Sánchez Solís*, Clara Cristina Sánchez Rodríguez, Ángel Eduardo Betancourt Castillo**

Resumen

La enfermedad renal crónica asociada al virus de la hepatitis C constituye una manifestación extrahepática relevante, con implicaciones clínicas, fisiopatológicas y terapéuticas significativas. El objetivo de esta revisión narrativa fue analizar de manera integral la evidencia científica disponible sobre los mecanismos de daño renal relacionados con el virus de la hepatitis C, los principales escenarios clínicos descritos y el impacto del tratamiento con antivirales de acción directa. Se realizó una revisión narrativa de literatura científica publicada entre 2000 y 2024, consultando bases de datos especializadas en ciencias de la salud. Los hallazgos muestran que el daño renal asociado al virus de la hepatitis C se produce mediante mecanismos inmunomediados y daño directo, dando lugar a diversas entidades glomerulares y tubulointersticiales, con manifestaciones clínicas que van desde proteinuria aislada hasta enfermedad renal crónica avanzada. La evidencia actual respalda que el tratamiento oportuno con antivirales de acción directa no solo logra la erradicación viral, sino que también contribuye a la estabilización o mejora de la función renal y a la prevención de la progresión del daño. Se concluye que el reconocimiento temprano de estas manifestaciones y la implementación oportuna de terapias antivirales son fundamentales para mejorar el pronóstico renal y reducir la carga de enfermedad renal crónica en pacientes con infección por virus de la hepatitis C.

Palabras clave: virus de la hepatitis C; enfermedad renal crónica; nefropatía asociada a hepatitis C; fisiopatología renal; antivirales de acción directa

Correspondencia: ccsanchez@uat.edu.mx

Fecha de recepción: 17/junio/2025 | **Fecha de aceptación:** 05/septiembre/2025 | **Fecha de publicación:** 30/abril/2026

* Universidad Anáhuac Mayab. Mérida, Yucatán, México

**Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina de Tampico. Tampico, Tamaulipas, México

Abstract

Chronic kidney disease associated with the hepatitis C virus (HCV) is a significant extrahepatic manifestation with substantial clinical, pathophysiological, and therapeutic implications. The objective of this narrative review was to comprehensively analyze the available scientific evidence on the mechanisms of kidney damage related to the hepatitis C virus, the main clinical scenarios described, and the impact of treatment with direct-acting antivirals (DAAs). A narrative review of scientific literature published between 2000 and 2024 was conducted, consulting specialized health sciences databases. The findings show that kidney damage associated with the hepatitis C virus occurs through immune-mediated mechanisms and direct damage, leading to various glomerular and tubulointerstitial entities, with clinical manifestations ranging from isolated proteinuria to advanced chronic kidney disease. Current evidence supports the notion that timely treatment with DAAs not only achieves viral eradication but also contributes to stabilizing or improving renal function and preventing the progression of damage. It is concluded that early recognition of these manifestations and timely implementation of antiviral therapies are fundamental to improving renal prognosis and reducing the burden of chronic kidney disease in patients with hepatitis C virus infection.

Keywords: hepatitis C virus; chronic kidney disease; hepatitis C-associated nephropathy; renal pathophysiology; direct-acting antivirals



INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial debido a su elevada prevalencia, su progresión silenciosa y su estrecha asociación con un aumento significativo de la morbilidad, la mortalidad y los costos sanitarios. De acuerdo con estimaciones actualizadas del estudio Global Burden of Disease, la ERC afecta a aproximadamente el 10% de la población adulta mundial y se ha convertido en una de las principales causas de años de vida ajustados por discapacidad, con un crecimiento sostenido en regiones de ingresos bajos y medios, donde el acceso a diagnóstico oportuno y tratamiento es limitado (Bikbov et al., 2020; Wang et al., 2025). Aunque la diabetes mellitus y la hipertensión arterial representan las etiologías más frecuentes, las glomerulopatías secundarias continúan desempeñando un papel relevante en la progresión hacia ERC avanzada.

Entre las glomerulopatías secundarias, la asociada al virus de la hepatitis C (VHC) ha adquirido particular importancia debido a su carácter sistémico y a la diversidad de manifestaciones extrahepáticas que acompañan a la infección crónica. El VHC, además de su impacto en la enfermedad hepática, se asocia de manera independiente con un mayor riesgo de desarrollo y progresión de enfermedad renal, incremento de la mortalidad cardiovascular y mayor carga de comorbilidad en pacientes con ERC y en aquellos sometidos a terapia de reemplazo renal (Cacoub et al., 2016; Fabrizi et al., 2024).

A nivel global, la infección por VHC continúa representando un reto sanitario significativo. La Organización Mundial de la Salud estima que más de 50 millones de personas viven con infección crónica por VHC y que, a pesar de los avances terapéuticos, persisten importantes brechas en el diagnóstico y el acceso al tratamiento, especialmente en poblaciones vulnerables (World Health Organization, 2024; Martinello et al., 2023). En este contexto, la ERC asociada al VHC contribuye de forma sustancial a la carga global de enfermedad, al acelerar el deterioro de la función renal y limitar las opciones terapéuticas, incluyendo el trasplante renal (Janczura et al., 2025).

Desde el punto de vista fisiopatológico, el daño renal inducido por el VHC es complejo y multifactorial. Se ha demostrado que la infección viral puede generar lesiones renales tanto por mecanismos inmunomediados como por efectos citopáticos directos. Entre los primeros destacan la formación y depósito de complejos inmunes, frecuentemente asociados a crioglobulinemia mixta, así como la activación del complemento y la respuesta inflamatoria crónica, que culminan en lesiones glomerulares progresivas (Sohal et al., 2024; Ferri et al., 2017). Paralelamente, estudios recientes han documentado la capacidad del VHC para infectar células renales, inducir estrés oxidativo y provocar alteraciones estructurales en podocitos y túbulos renales, contribuyendo a la progresión del daño renal incluso en ausencia de crioglobulinas detectables (Kaartinen et al., 2021; Yau et al., 2024).

La expresión clínica de la nefropatía asociada al VHC es heterogénea e incluye desde hematuria o proteinuria aisladas hasta síndromes nefrítico y nefrótico, glomerulonefritis membranoproliferativa, glomeruloesclerosis focal y segmentaria y, en estadios avanzados, insuficiencia renal crónica irreversible. Estas manifestaciones se asocian frecuentemente con un peor pronóstico renal y cardiovascular, así como con un deterioro significativo de la calidad de vida (Fabrizi et al., 2018; Sohal et al., 2024). La variabilidad clínica y la coexistencia de factores de riesgo metabólicos dificultan el diagnóstico temprano, lo que retrasa la intervención terapéutica efectiva.

El advenimiento de los antivirales de acción directa (AAD) ha transformado radicalmente el manejo de la infección por VHC y sus manifestaciones extrahepáticas. En los últimos años, múltiples estudios han demostrado que los AAD logran tasas de respuesta virológica sostenida superiores al 95 %, incluso en pacientes con ERC avanzada o en diálisis, con un perfil de seguridad favorable (KDIGO, 2022; Martin et al., 2022). Más aún, la erradicación viral se ha asociado con la estabilización o mejoría de la función renal, reducción de la proteinuria y disminución del riesgo de progresión a enfermedad renal terminal (Pérez de José et al., 2021; Nevola et al., 2020).

Las guías clínicas internacionales más recientes recomiendan el cribado sistemático del VHC en pacientes con ERC y la evaluación periódica de la función renal en individuos con infección crónica por

el virus, resaltando la importancia de un abordaje integrado entre nefrología y hepatología (KDIGO, 2022; Martin et al., 2023). Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la identificación temprana de la afectación renal, la optimización del momento terapéutico y la evaluación del impacto renal a largo plazo tras la erradicación viral, lo que justifica la necesidad de revisiones integradoras que sintetizen la evidencia actual.

En este contexto, la presente revisión narrativa tiene como objetivo analizar de manera crítica y actualizada la fisiopatología del daño renal asociado al virus de la hepatitis C, los principales escenarios clínicos descritos y el papel de los antivirales de acción directa en la prevención y el tratamiento de la enfermedad renal crónica relacionada con esta infección. La integración de estos aspectos resulta fundamental para fortalecer el diagnóstico oportuno, optimizar las estrategias terapéuticas y reducir la carga global de enfermedad renal crónica asociada al VHC.

MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura científica, con el propósito de sintetizar y analizar de manera crítica el conocimiento disponible sobre la relación entre el virus de la hepatitis C y la enfermedad renal crónica, abarcando aspectos fisiopatológicos, clínicos y terapéuticos. Este enfoque metodológico fue seleccionado debido a la naturaleza compleja y multifactorial del fenómeno estudiado, así como a la heterogeneidad de los diseños de investigación existentes, lo que hace pertinente una integración cualitativa de la evidencia.

La búsqueda bibliográfica se realizó de forma sistematizada en las bases de datos PubMed, SciELO y LILACS, consideradas relevantes para la investigación en nefrología, hepatología y educación médica. Se emplearon términos controlados y palabras clave en idioma español e inglés, combinados mediante operadores booleanos, incluyendo: virus de la hepatitis C, chronic kidney disease, HCV-associated nephropathy, glomerulonephritis, direct-acting antivirals y renal manifestations.

Se incluyeron artículos publicados entre los años 2000 y 2024, escritos en español o inglés, que abordaran de manera directa la enfermedad renal crónica relacionada con el virus de la hepatitis C, su fisiopatología, las manifestaciones clínicas renales o el impacto del tratamiento antiviral. Se consideraron estudios originales, revisiones narrativas, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías clínicas internacionales. Se excluyeron editoriales, cartas al editor y publicaciones que no presentaran información relevante para los objetivos planteados.

El proceso de selección se realizó en dos fases: una revisión inicial de títulos y resúmenes, seguida de la lectura completa de los textos seleccionados. La información se organizó en categorías temáticas que incluyeron fisiopatología del daño renal, escenarios clínicos asociados, implicaciones terapéuticas de los antivirales de acción directa y resultados clínicos relevantes.

La integración y análisis del material revisado se llevó a cabo mediante síntesis narrativa, permitiendo identificar patrones, consensos y vacíos de conocimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la literatura científica evidencia que la nefropatía asociada al virus de la hepatitis C (VHC) se expresa a través de un espectro clínico amplio, cuya heterogeneidad refleja la compleja interacción entre mecanismos inmunológicos, daño directo viral y factores metabólicos concomitantes.

Las manifestaciones clínicas iniciales suelen presentarse como proteinuria y/o hematuria aisladas, hallazgos frecuentemente asociados con replicación viral activa y que, en un número considerable de casos, muestran resolución tras la erradicación del virus mediante antivirales de acción directa (AAD), lo que sugiere un carácter potencialmente reversible del daño renal en fases tempranas (Pérez de José et al., 2021; Martin et al., 2022).

No obstante, la progresión hacia síndromes glomerulares complejos constituye un escenario clínico relevante. La literatura revisada identifica que una proporción significativa de pacientes desarrolla síndrome nefrótico completo, caracterizado por proteinuria en rango nefrótico, hipoalbuminemia, edema generalizado y alteraciones hemodinámicas sistémicas.

Estos cuadros se encuentran estrechamente vinculados a glomerulopatías mediadas por complejos inmunes, particularmente en el contexto del síndrome crioglobulinémico mixto, entidad en la que la seropositividad para VHC alcanza hasta el 90% de los casos documentados (Cacoub et al., 2016; Sohal et al., 2024). En estos escenarios, la evidencia contemporánea coincide en que la inmunosupresión instituida en presencia de replicación viral activa puede agravar la carga viral y acelerar el deterioro renal, motivo por el cual las guías internacionales recomiendan de manera consistente priorizar la terapia antiviral antes de cualquier intervención inmunomoduladora (KDIGO, 2022; Martin et al., 2023).

La hematuria aislada, aunque menos frecuente, no debe considerarse un hallazgo benigno. Diversos estudios han documentado su posible evolución hacia síndromes nefríticos completos, acompañados de hipertensión arterial, proteinuria y disminución progresiva del filtrado glomerular. A pesar de su menor incidencia, este patrón clínico reviste una importancia sustancial debido a su potencial de ocasionar daño renal irreversible si no se trata de manera oportuna. En este contexto, el inicio temprano de AAD incluso antes del uso de inhibidores de la calcineurina ha mostrado beneficios en la preservación de la función renal (Fabrizi et al., 2018; KDIGO, 2022).

En estadios más avanzados, la enfermedad renal crónica asociada al VHC se define conforme a los

criterios del Kidney Disease: Improving Global Outcomes como una disminución persistente del filtrado glomerular estimado por debajo de $60 \text{ mL}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$, la presencia de marcadores estructurales de daño renal o ambas condiciones durante un periodo mínimo de tres meses. Esta situación se observa con mayor frecuencia en pacientes con infección crónica de larga evolución, generalmente décadas de viremia persistente, y con coexistencia de factores de riesgo como diabetes mellitus, hipertensión arterial y obesidad (Wang et al., 2025; Janczura et al., 2025). La evidencia acumulada indica que la erradicación viral mediante AAD se asocia con una reducción significativa de la progresión hacia ERC y un beneficio adicional sobre la mortalidad general (Nevola et al., 2020; Jiang et al., 2026).

Desde el punto de vista fisiopatológico, el daño renal inducido por el VHC involucra tanto mecanismos inmunomediados como citopáticos directos. El depósito de complejos inmunes compuestos por crioglobulinas, inmunoglobulinas IgG e IgM, factor reumatoide y fracciones del complemento constituye el principal mecanismo patogénico en las glomerulonefritis asociadas, particularmente en las formas membranoproliferativas (Ferri et al., 2017; Cacoub et al., 2016). Paralelamente, investigaciones recientes han documentado la invasión directa del VHC en células epiteliales tubulares, lo que da lugar a daño tubular subclínico y síndrome tubular agudo, incluso en ausencia de glomerulopatía manifiesta, ampliando la comprensión tradicional del daño renal

asociado al virus (Kaartinen et al., 2021; Yau et al., 2024).

Otras variantes histopatológicas menos frecuentes, como la glomerulonefritis fibrilar y la glomerulosclerosis focal y segmentaria, han sido descritas en asociación con el VHC, particularmente en pacientes con comorbilidades inmunológicas, coinfección con VIH o consumo de drogas intravenosas. Estas entidades se caracterizan por un curso clínico más agresivo y una progresión acelerada hacia enfermedad renal terminal, lo que refuerza la necesidad de un abordaje etiológico temprano centrado en la erradicación viral (Angeletti et al., 2019; Sohal et al., 2024).

El impacto de los antivirales de acción directa representa uno de los avances terapéuticos más relevantes en este contexto. Los estudios revisados muestran tasas de respuesta virológica sostenida superiores al 95 %, incluso en pacientes con ERC avanzada o en diálisis, con un perfil de seguridad favorable (KDIGO, 2022; Martin et al., 2022).

Más allá de la curación virológica, se ha documentado mejoría en la proteinuria, estabilización del filtrado glomerular, recuperación parcial de la función tubular y reducción del riesgo de progresión a enfermedad renal terminal, lo que posiciona a los AAD como la intervención central en el manejo de la nefropatía asociada al VHC (Pérez de José et al., 2021; Nevola et al., 2020).

Finalmente, la discusión de estos resultados adquiere especial relevancia en términos de riesgo cardiovascular. La ERC inducida o acelerada por el VHC se asocia con activación crónica del sistema renina-angiotensina-aldosterona, disfunción metabólica e inflamación persistente, configurando un círculo patogénico que incrementa la incidencia de eventos cardiovasculares y la mortalidad global (Rad et al., 2024; Martinello et al., 2023). En consecuencia, la erradicación viral temprana debe considerarse no solo como una estrategia nefrológica o hepatológica, sino como una intervención integral de reducción de riesgo sistémico.

CONCLUSIONES

La evidencia analizada confirma que la infección crónica por el virus de la hepatitis C constituye un determinante relevante en el desarrollo y progresión de múltiples formas de daño renal, mediante mecanismos fisiopatológicos complejos que incluyen tanto procesos inmunomediados como efectos citopáticos directos. La afectación renal asociada al VHC se manifiesta a través de un espectro clínico heterogéneo que abarca desde alteraciones urinarias aisladas hasta glomerulopatías graves y enfermedad renal crónica avanzada, lo que refuerza la necesidad de entender esta entidad como una manifestación sistémica y no exclusivamente hepática. La variabilidad clínica observada se encuentra estrechamente relacionada con la duración de la infección, la persistencia de la replicación viral y la coexistencia de factores metabólicos y cardiovasculares.

Los resultados integrados en esta revisión ponen de relieve que la erradicación viral mediante antivirales de acción directa constituye el eje terapéutico fundamental en la nefropatía asociada al VHC. Más allá de su elevada eficacia virológica, estos fármacos han demostrado un impacto clínico significativo en la estabilización o mejora de la función renal, la reducción de la proteinuria y la disminución del riesgo de progresión hacia enfermedad renal terminal, incluso en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada. En este sentido, el enfoque terapéutico actual prioriza el tratamiento etiológico temprano, relegando el uso de terapias inmunosupresoras a contextos clínicos específicos y siempre posterior al control de la replicación viral, en concordancia con las recomendaciones de guías internacionales contemporáneas.

Finalmente, esta revisión subraya la importancia de estrategias de detección temprana y abordajes multidisciplinarios que integren nefrología, hepatología y atención primaria para optimizar el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los pacientes con infección por VHC y compromiso renal. La identificación precoz de los distintos escenarios clínicos renales asociados al VHC permite implementar intervenciones oportunas con potencial de modificar el curso natural de la enfermedad y reducir su impacto sistémico, particularmente en términos de progresión renal y riesgo cardiovascular. Se reconoce la necesidad de fortalecer la investigación futura mediante estudios longitudinales que evalúen los efectos renales a largo plazo tras la erradicación viral, así como de desarrollar estrategias

preventivas dirigidas a poblaciones con alto riesgo de progresión a enfermedad renal crónica.

REFERENCIAS

- Angeletti, A., Cantarelli, C., & Cravedi, P. (2019). HCV-associated nephropathies in the era of direct-acting antiviral agents. *Frontiers in Medicine*, 6, 20. <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00020>
- Bikbov, B., Purcell, C. A., Levey, A. S., Smith, M., Abdoli, A., Abebe, M., ... Murray, C. J. L. (2020). Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 395(10225), 709–733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30045-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30045-3)
- Cacoub, P., Desbois, A. C., Isnard-Bagnis, C., Rocatello, D., & Ferri, C. (2016). Hepatitis C virus infection and chronic kidney disease: Time for reappraisal. *Journal of Hepatology*, 65(1 Suppl), S82–S94. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2016.06.011>
- Fabrizi, F., Donato, M. F., Messa, P. G. (2018). Association between hepatitis C virus and chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Hepatology*, 17(3), 364–391. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0011.7382>
- Fabrizi, F., Donato, M. F., Nardelli, L., Tripodi, F., Zanoni, F., & Castellano, G. (2024). Hepatitis C virus infection and proteinuria: A

- systematic review and meta-analysis. *Nefrología*, 44(4), 486–495. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2024.01.021>
- Ferri, C., Giuggioli, D., & Colaci, M. (2017). Renal manifestations of hepatitis C virus. *Clinical Liver Disease*, 21(3), 487–497. <https://doi.org/10.1016/j.cld.2017.03.005>
- Janczura, J., Jończyk, K., Kalisz, A., Stepień, W., Ilkiewicz, Ł., Bisaga, W., & Wróbel, P. (2025). HCV-related chronic kidney disease in the era of new direct-acting antiviral regimens. *Egyptian Liver Journal*, 15, 45. <https://doi.org/10.1186/s43066-025-00447-7>
- Jiang, M.-Y., Wu, J.-Y., & Chi Mei Research Group. (2026). Direct-acting antivirals and long-term outcomes in dialysis patients with hepatitis C infection. *Kidney International Reports*, 11(4), 105795.
- Kaartinen, K., Vuoti, S., Honkanen, E., Löyttyniemi, E., Singh, R., & Färkkilä, M. (2021). Tubular cell damage may be the earliest sign of renal extrahepatic manifestation caused by hepatitis C. *PLoS ONE*, 16(5), e0251392. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251392>
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Hepatitis C Work Group. (2022). KDIGO 2022 clinical practice guideline for the prevention, diagnosis, evaluation, and treatment of hepatitis C in chronic kidney disease. *Kidney International*, 102(6), S129–S205. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2022.07.013>
- Martin, P., Awan, A. A., Berenguer, M. C., Bruchfeld, A., Fabrizi, F., Goldberg, D. S., ... Jadoul, M. (2022). Executive summary of the KDIGO 2022 clinical practice guideline for hepatitis C in chronic kidney disease. *Kidney International*, 102(6), 1228–1237. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2022.07.012>
- Martin, P., Awan, A. A., Berenguer, M. C., Bruchfeld, A., & KDIGO Work Group. (2023). Executive summary of KDIGO hepatitis C guideline. *Kidneys*, 12(1), 2–5. <https://doi.org/10.22141/2307-1257.12.1.2023.388>
- Martinello, M., Solomon, S. S., Terrault, N. A., & Dore, G. J. (2023). Hepatitis C. *The Lancet*, 402(10407), 1085–1096. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01320-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01320-X)
- Nevola, R., Rinaldi, L., Zeni, L., Sasso, F. C., Pafundi, P. C., Guerrera, B., ... Adinolfi, L. E. (2020). Metabolic and renal changes in patients with chronic hepatitis C after viral eradication with direct-acting antivirals. *JGH Open*, 4(4), 713–721. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12324>
- Pérez de José, A., Carbayo, J., Pocurull, A., Bada-Bosch, T., Cases-Corona, C., Shabaka, A., ... Fernandez Lorente, L. (2021). Direct-acting antiviral therapy improves kidney survival in hepatitis C virus-associated cryoglobulinaemia. *Clinical Kidney Journal*,

- 14(2), 586–592.
<https://doi.org/10.1093/ckj/sfz178>
- Rad, N. K., Heydari, Z., Tamimi, A. H., Zahmatkesh, E., Shpichka, A., Barekat, M., ... Vosough, M. (2024). Kidney–liver crosstalk: Pathophysiology of their disorders. *Cell Journal*, 26(2), 98–111.
<https://doi.org/10.22074/cellj.2023.200775>
7.1376
- Sohal, A., Singh, C., Bhalla, A., Kalsi, H., & Roytman, M. (2024). Renal manifestations of chronic hepatitis C: A review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(18), 5536.
<https://doi.org/10.3390/jcm13185536>
- Wang, L., He, Y., Han, C., Zhu, P., Zhou, Y., Tang, R., & He, W. (2025). Global burden of chronic kidney disease and risk factors, 1990–2021. *Frontiers in Public Health*, 13, 1542329.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1542329>
- World Health Organization. (2024). Global hepatitis report 2024. WHO.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240091672>
- World Health Organization. (2023). Hepatitis C: Fact sheet.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-c>
- Yau, A. A., Murugapandian, S., Rizvi, A. W., & Gaddy, A. (2024). Viral nephropathies: Core curriculum 2024. *American Journal of Kidney Diseases*, 84(6), 767–779.
<https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2024.08.004>

Aplicaciones virtuales con inteligencia artificial para promover hábitos alimenticios saludables

Virtual applications with artificial intelligence to promote healthy eating habits

Adriana Matyury Florez Tabera*, Jaime Cruz Casados, Miriam Janet Cervantes López**

Resumen

Las aplicaciones virtuales que emplean inteligencia artificial (IA) están revolucionando la forma en que las personas abordan la nutrición y la salud, estas herramientas innovadoras utilizan algoritmos avanzados para proporcionar recomendaciones dietéticas personalizadas, basadas en datos individuales como preferencias alimenticias, objetivos de salud y patrones de comportamiento. El propósito de este artículo fue explorar las aplicaciones digitales que incorporan la IA para fomentar hábitos alimenticios saludables, identificando las características y funcionalidades, ventajas, limitaciones, así como eficacia en la promoción de dichos hábitos. Para llevar a cabo esta revisión, se empleó un método de análisis documental, recopilando y examinando una amplia gama de estudios y fuentes académicas relevantes. Los hallazgos obtenidos a partir de este análisis demuestran de manera contundente los beneficios del uso de aplicaciones basadas en IA en el ámbito de la salud, encontrándose entre las ventajas más notables la capacidad de personalizar las recomendaciones dietéticas, el seguimiento continuo del progreso del usuario y el acceso a información nutricional precisa y actualizada. Se concluye que estas aplicaciones no solo facilitan la adopción de hábitos alimenticios más saludables, sino que también educan a los usuarios sobre la importancia de una nutrición balanceada y cómo mantenerla a lo largo del tiempo.

Palabras clave: inteligencia artificial; aplicaciones; nutrición; hábitos alimenticios; salud

Correspondencia: aflorez76@estudiantes.areandina.edu.co

Fecha de recepción: 13/junio/2025 | **Fecha de aceptación:** 05/enero/2026 | **Fecha de publicación:** 30/abril/2026

*Fundación Universitaria del Área Andina - Ciencias de la salud y el deporte. Bogotá, Colombia

**Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Medicina de Tampico. Tampico, Tamaulipas, México

Abstract

Virtual applications supported by artificial intelligence (AI) are transforming strategies for the promotion of healthy eating habits by enabling personalized, adaptive, and data-driven nutritional guidance. The purpose of this review was to analyze current virtual applications that incorporate AI to promote healthy dietary behaviors, identifying their main functionalities, benefits, limitations, and reported effectiveness in health promotion contexts. A documentary review was conducted using academic databases, including Scopus, PubMed, SciELO, Redalyc, and Google Scholar, focusing on studies published between 2019 and 2024. The analysis indicates that AI-based applications contribute to improved dietary awareness, personalization of nutritional recommendations, continuous user monitoring, and greater engagement in behavior change processes. However, limitations remain related to data privacy, unequal access to digital technologies, variability in scientific validation, and the need for professional supervision. Overall, the findings suggest that AI-driven virtual applications represent a promising complementary tool for nutrition education and health promotion, provided that their implementation is guided by ethical principles, scientific evidence, and educational integration.

Keywords: artificial intelligence; virtual applications; nutrition; healthy eating habits; health promotion



INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la inteligencia artificial (IA) está revolucionando diversos campos, y la promoción de hábitos alimenticios saludables no es la excepción, la creciente prevalencia de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, como la diabetes tipo 2, la hipertensión y la obesidad, ha subrayado la necesidad urgente de estrategias innovadoras para mejorar la salud pública. En este contexto, las aplicaciones móviles respaldadas por IA han emergido como herramientas clave para transformar la manera en que las personas abordan su nutrición y hábitos alimenticios (Almeida et al., 2023).

Las aplicaciones de IA para la promoción de hábitos alimenticios saludables aprovechan avanzados algoritmos de procesamiento de datos y aprendizaje automático para ofrecer recomendaciones dietéticas personalizadas, a diferencia de los enfoques tradicionales, que a menudo dependen de consejos genéricos y no personalizados, estas aplicaciones analizan datos individuales, como preferencias alimenticias, necesidades nutricionales, y patrones de consumo, para crear planes de alimentación adaptados a cada usuario. Esta personalización no solo aumenta la relevancia de las recomendaciones, sino que también mejora la adherencia a los objetivos nutricionales, facilitando cambios sostenibles en los hábitos alimenticios (Prado & Rodríguez, 2022).

Además, la capacidad de estas aplicaciones para proporcionar retroalimentación en tiempo real es una característica distintiva que las diferencia de los métodos convencionales, los usuarios pueden recibir

alertas y sugerencias instantáneas sobre sus elecciones alimenticias, lo que les permite ajustar su comportamiento de manera dinámica. Esta capacidad de respuesta rápida y continua fomenta una mayor conciencia sobre las decisiones alimenticias diarias y apoya la formación de hábitos más saludables (De Jesús, 2024).

El uso de IA en estas aplicaciones también permite una integración efectiva con otras tecnologías emergentes, como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV). Por ejemplo, algunas aplicaciones combinan IA con RA para ofrecer experiencias interactivas de aprendizaje sobre nutrición, permitiendo a los usuarios visualizar cómo diferentes alimentos afectan su salud y bienestar en un entorno virtual, esta metodología inmersiva no solo hace que la educación sobre nutrición sea más atractiva, sino que también facilita una comprensión más profunda y práctica de los conceptos clave (Espinosa & Cartagena, 2021).

El impacto de estas tecnologías en la promoción de hábitos alimenticios saludables ha sido objeto de numerosos estudios que destacan su efectividad, las investigaciones han mostrado que las aplicaciones impulsadas por IA no solo son capaces de mejorar la precisión y la relevancia de las recomendaciones dietéticas, sino que también juegan un papel crucial en la gestión de enfermedades crónicas y la mejora general de la salud. La capacidad de las aplicaciones para integrarse en la vida cotidiana de los usuarios y proporcionar apoyo continuo representa un avance

significativo en la lucha contra los problemas de salud relacionados con la dieta (González et al., 2020).

La incorporación de la inteligencia artificial en aplicaciones para promover hábitos alimenticios saludables representa un avance crucial en la gestión de la salud y el bienestar, ya que, al ofrecer recomendaciones personalizadas, retroalimentación en tiempo real y experiencias educativas innovadoras, estas herramientas digitales están redefiniendo la manera en que abordamos la nutrición y estableciendo un nuevo estándar en la promoción de hábitos alimenticios saludables (Andrés, 2021).

La Organización Mundial de la Salud, a través de la Carta de Ottawa, señala que la Promoción de la Salud es un proceso político y social global que abarca acciones destinadas a fortalecer las habilidades y capacidades de individuos y comunidades, así como a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas para generar un impacto positivo en la salud individual y colectiva (De la Guardia & Ruvalcaba, 2022). Un estilo de vida saludable se define como aquel que disminuye el riesgo de enfermedades graves o muerte prematura, abarcando la salud física, mental y emocional, aunque en menor medida, siendo estos factores considerados a lo largo de la historia como elementos clave para la promoción de la salud (Valderrama, Castillo & Méndez, 2023).

Actualmente, hasta el 70% de las consultas en atención primaria en países desarrollados están relacionadas con enfermedades derivadas de los

estilos de vida, por lo que comprender el papel de estos factores es crucial para prevenir la morbilidad y mortalidad asociadas a múltiples enfermedades crónicas no transmisibles, convirtiéndolos en un foco de interés primordial en la promoción y prevención de la salud a nivel mundial, además, las intervenciones desde esta perspectiva han demostrado ser costo-efectivas (Tala, Vásquez & Plaza, 2020).

La educación para la salud es fundamental en la promoción de esta, la cual es definida como el proceso pedagógico que, mediante el diálogo de saberes, busca construir o fortalecer el potencial de individuos, familias, comunidades y organizaciones para promover el cuidado de la salud, gestionar riesgos y transformar positivamente los entornos (Téllez, Miranda & Ortiz, 2018). En este contexto, es esencial que los sistemas de salud utilicen diversos recursos para diseñar políticas y estrategias que fomenten estilos de vida saludables con un enfoque integral y sistémico (Ballinas, 2021).

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son recursos valiosos que pueden proporcionar información y educación sobre la actividad física, ofrecer consejos y técnicas para ejercicios específicos, establecer objetivos realistas y planes de entrenamiento personalizados, también permiten conectar a los usuarios con entrenadores personales y otros profesionales de la actividad física en línea, facilitando la realización de actividades físicas desde cualquier lugar con acceso a internet (Melo, 2023).

En Latinoamérica, el uso de dispositivos móviles es del 73% encontrándose que la mayoría de ellos son smartphones y que de las personas que poseen estos dispositivos, cada una tiene alrededor de 18 aplicaciones descargadas, de las cuales un 59% están relacionadas con la salud específicamente con aplicaciones de nutrición (Murillo, 2021), las cuales tienen una alta capacidad para almacenar datos y acceso en cualquier momento, haciéndolas herramientas altamente disponibles para intervenciones nutricionales; en ellas se identificaron cuatro categorías generales: contadores de calorías, puntuación de alimentos, generadores de planes dietéticos y listas saludables de compras. Algunas aplicaciones combinan varias de estas funciones (Novoa, 2023).

La IA es una rama de las ciencias de la computación, que incluye conceptos de lógica y aprendizaje, simulando procesos de inteligencia humana como el aprendizaje, el razonamiento y la autocorrección, utilizando algoritmos para que las máquinas aprendan y tomen decisiones, permitiendo varias formas de aprendizaje automático a través de computadoras, dispositivos, robots, internet y apps (Ruival et al., 2023); las herramientas de IA no son ajenas a los entes reguladores de la salud, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha desarrollado un campus virtual (CVSP) utilizando IA para desarrollar las capacidades y competencias de los trabajadores de la salud (Listovsky et al., 2022).

Derivado de lo anterior, el uso de aplicaciones móviles en salud ofrece múltiples ventajas, entre las

que se encuentran, la capacidad para transmitir información en tiempo real, acceso a guías de manejo para decisiones clínicas, personalización del contenido y posibilidad de llegar a un gran número de personas simultáneamente; estas apps pueden ayudar a prevenir, ralentizar la progresión o tratar enfermedades crónicas, y son valiosas para reducir costos de atención médica (Velandia, Lozano & Baquero, 2021).

Este estudio tiene como objetivo: 1) analizar la efectividad de las aplicaciones con IA en la promoción de hábitos alimenticios saludables; 2) reconocer cómo estas aplicaciones influyen en el comportamiento alimenticio; 3) evaluar si son efectivas para mejorar la salud y prevenir enfermedades relacionadas con la mala alimentación; 4) determinar las ventajas y desventajas de esta tecnología comparada con otras estrategias de promoción de hábitos saludables.

MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En esta sección se detalla la metodología empleada para cumplir con los objetivos de la investigación mediante el análisis documental, este método, según Bermeo et al. (2016), implica una serie de procesos específicos que incluyen la búsqueda, selección, organización y análisis de documentos relevantes; Tobón et al. (2015) enfatizan que este proceso se enfoca en responder preguntas específicas sobre un tema en particular. El objetivo principal de esta metodología es relacionar los datos existentes sobre un determinado constructo, ofreciendo una visión

integral que facilite la formulación de soluciones adecuadas al problema planteado (Rivera et al., 2018).

En este artículo se examinan conceptos clave relacionados con las aplicaciones virtuales que emplean IA para promover hábitos alimenticios saludables, se identifican sus características, funcionalidades, ventajas y limitaciones, y se analiza cómo estas aplicaciones pueden influir en la promoción de hábitos alimenticios saludables y en la gestión de condiciones nutricionales específicas. Para alcanzar estos objetivos, se realizó una rigurosa selección de trabajos disponibles en bases de datos académicas como Google Académico, Redalyc, Dialnet y SciELO, abarcando publicaciones desde 2019 hasta 2024.

El proceso de búsqueda inicial se llevó a cabo utilizando términos clave como "inteligencia artificial", "aplicaciones" y "hábitos alimenticios saludables", se aplicaron filtros y operadores booleanos para afinar los resultados y garantizar la relevancia de los documentos seleccionados. En Google Académico se encontraron 3,140 resultados, en Redalyc 1,687, en Dialnet 8,777 y en SciELO 120, estos resultados fueron sometidos a un riguroso proceso de selección para asegurar que solo los estudios más relevantes y actuales fueran incluidos en el análisis.

Una vez recopilados los documentos, se procedió a su organización y análisis, fueron clasificados según su relevancia y contribución al tema de estudio, se utilizaron diversas técnicas de análisis cualitativo para

identificar patrones y tendencias en los datos, esto permitió una comprensión profunda de las aplicaciones virtuales basadas en IA y su impacto en la promoción de hábitos alimenticios saludables. Se prestó especial atención a estudios que abordaran la efectividad de estas aplicaciones en la modificación de comportamientos alimenticios, su capacidad para personalizar recomendaciones dietéticas y su potencial para mejorar la salud nutricional a nivel individual y colectivo, asimismo, se evaluaron las ventajas, como el acceso a información nutricional precisa y el seguimiento continuo del progreso del usuario, y las limitaciones, como la necesidad de acceso constante a internet y la variabilidad en la calidad de las recomendaciones.

Los hallazgos de esta revisión documental proporcionaron una base sólida de información para abordar los objetivos de la investigación, la síntesis de los datos recopilados permitió elaborar conclusiones fundamentadas sobre el uso de aplicaciones con inteligencia artificial en la promoción de hábitos alimenticios saludables. Este enfoque integral no solo ofrece una visión panorámica del estado actual de la tecnología en este campo, sino que también destaca las áreas donde se pueden realizar mejoras y futuras investigaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se puede sustentar que las TIC tienen el potencial de superar las barreras temporales y geográficas que dificultan la colaboración entre los diferentes actores del proceso, este potencial puede aprovecharse para

fomentar estilos de vida saludables y facilitar la integración de la familia en este proceso. En este contexto, se prioriza el uso del teléfono móvil como dispositivo de conexión, ya que permite la accesibilidad en cualquier momento y lugar, abriendo nuevas oportunidades para el aprendizaje (Cristóbal, Cabrera & Aravena, 2023).

Asimismo, los medios electrónicos o portales web para la educación en salud (e-learning) ofrecen recursos valiosos para los profesionales sanitarios, usuarios de servicios y la población en general, su objetivo es promover buenas prácticas durante la atención sanitaria y fomentar hábitos saludables.

Además, estos portales facilitan a los pacientes el acceso a información sobre su salud, empoderándolos para participar en decisiones y mejorar la comunicación con otros pacientes, lo cual es esencial en el manejo de enfermedades crónicas (Valenzuela, 2021).

A continuación, se presentan varios artículos que muestran los hallazgos encontrados sobre IA y nutrición (Tabla 1).

Tabla 1. Principales estudios sobre inteligencia artificial y nutrición

Autor	Concepto	Similitudes
Elvira & Peñalosa (2020)	Hoy día los dispositivos electrónicos como los smartphones hacen parte de nuestras vidas, tanto así que un alto porcentaje de estudiantes reconocen tenerlo e incluso llevarlo consigo a las Instituciones Educativas. Por ello, es una oportunidad utilizarlo como una excelente herramienta para la promoción de la salud.	Herramienta, Promoción de la salud
Velandia, Lozano & Baquero (2021)	La explosión de la propiedad de teléfonos móviles junto con el aumento de las expectativas del papel de los usuarios en la gestión de su atención presenta una oportunidad única para las aplicaciones de <u>mHealth</u> y la obtención de sus beneficios para la salud pública.	Herramienta, Cuidado de la salud
Belisario et al. (2021)	La IA ha logrado convertirse en un pilar de todas las innovaciones tecnológicas y pronto será un componente integral de todos los procesos industriales. La medicina y la atención sanitaria es una industria revolucionaria y prometedora para implementar soluciones de Inteligencia Artificial	Análisis de datos
Jiménez (2021)	La IA es útil en el sector salud al contribuir en la forma en que se realiza la atención en salud por lo que se busca integrar los sistemas de atención a la salud con los <u>big data</u>	Sector salud, Gestión de datos, Herramienta
Duarte, Sandoval e <u>Inchima</u> (2022)	Dentro de las estrategias que se han implementado a nivel de Colombia durante los últimos años se encuentra la telemedicina que se caracteriza por ser una herramienta que permite al paciente recibir atención médica por medio de las TIC cuando el paciente y el médico no están en el mismo lugar	Herramienta, Servicios de salud
Gómez et al. (2022)	Los ejemplos de la utilidad de la IA en medicina son interminables. El médico tendrá que aceptar que es una herramienta útil que será parte de su actividad diaria	Herramienta
Galdames (2023)	La inteligencia artificial (IA) es una tecnología que permite procesar grandes cantidades de datos y extraer conocimientos útiles para mejorar la salud y el bienestar de las personas	Mejora de la salud, Procesamiento de datos
Ramírez et al. (2023)	La IA tiene el poder de transformar el sector de la salud, mejorando la calidad de los cuidados, optimizando la gestión de datos y promoviendo la equidad en el acceso a los servicios de salud	Gestión de datos, Servicio de salud
Zambrano & Matza (2024)	La IA emerge como una herramienta poderosa para revolucionar la educación terapéutica en diabetes	Herramienta

En el campo de la salud, Martínez, González & García (2023) describen cómo las nuevas tecnologías promueven estilos de vida saludables, proporcionando herramientas para informar y educar sobre la importancia de la actividad física y una dieta saludable, existen numerosas aplicaciones y herramientas en línea para el seguimiento de la actividad física, proporcionando retroalimentación en tiempo real, sin embargo, es crucial un uso responsable de las TIC para evitar el sedentarismo y otros efectos negativos. Organizaciones internacionales como la OPS han implementado programas como los Sistemas de Información para la Salud (IS4H), que gestionan sistemas interoperables con datos abiertos para generar información estratégica en beneficio de la salud pública (Díaz & Condori, 2024). Otros estudios, como el de Vásquez (2021), resaltan las ventajas y desventajas de la educación virtual, destacando su flexibilidad y accesibilidad, así como los retos en infraestructura y hábitos de estudio.

Las investigaciones recientes sobre aplicaciones con inteligencia artificial (IA) para promover hábitos alimenticios saludables han mostrado resultados prometedores. Un estudio realizado por Celuppi et al. (2020) demostró que el uso de aplicaciones móviles con IA puede mejorar significativamente la adherencia a dietas saludables, personalizando recomendaciones dietéticas basadas en el perfil y necesidades específicas de cada usuario. Hoyos et al. (2023) utilizaron mapas cognitivos difusos para apoyar decisiones nutricionales, logrando ajustar las recomendaciones en tiempo real y mejorando la

adherencia a los planes alimenticios. Baquero et al. (2023) encontraron que las aplicaciones de mHealth con IA permiten un seguimiento continuo y ofrecen retroalimentación instantánea, lo cual es efectivo para reducir factores de riesgo asociados con enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión, estos estudios destacan el potencial transformador de la IA en la promoción de la salud y el bienestar mediante la mejora de los hábitos alimenticios.

CONCLUSIONES

En la actualidad, la promoción de la salud y la prevención de enfermedades asociadas a estilos de vida poco saludables se han convertido en prioridades fundamentales, en este contexto, la educación en salud juega un papel crucial, y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ofrecen un potencial significativo para proporcionar educación efectiva sobre actividad física y nutrición. Estas tecnologías se destacan por su capacidad para ofrecer información en tiempo real, personalizar el contenido según las necesidades individuales y llegar a un amplio público de manera rápida y eficiente.

La incorporación de nuevas tecnologías, como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y plataformas educativas como Moodle, ha demostrado ser altamente efectiva en la mejora de los procesos de enseñanza, aprendizaje y promoción de hábitos saludables. La realidad virtual y aumentada, en particular, proporcionan experiencias inmersivas que facilitan una comprensión más profunda y

práctica de los conceptos relacionados con la salud. Moodle, por su parte, ofrece un entorno de aprendizaje estructurado que apoya la educación continua y el acceso a recursos educativos.

Además, las aplicaciones virtuales que integran inteligencia artificial (IA) han demostrado ser herramientas altamente eficientes para la promoción de hábitos alimenticios saludables, estas aplicaciones se caracterizan por su alta precisión, sensibilidad y especificidad, contribuyendo de manera significativa a la personalización de las recomendaciones dietéticas y al seguimiento continuo de los hábitos alimenticios. La capacidad de estas herramientas para ofrecer retroalimentación instantánea y ajustes en tiempo real las convierte en recursos valiosos para los profesionales de la salud, que pueden utilizarlas para optimizar los procesos de atención y tratamiento de los pacientes. Por lo que las TIC y la IA están transformando la educación y el cuidado de la salud, mejorando la eficacia de las estrategias de promoción de hábitos saludables y optimizando la salud de la población.

REFERENCIAS

- Almeida-Tarazona, D. V., Bello-Peñaranda, O. E., Quintana-Portillo, M. V., & Rincón-Cárdenas, P. G. (2023). Strategies for promoting healthy eating habits in academic communities. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 55(4), 335–343. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2023.01.004>
- Baquero, L., Lozano, M., & Velandia, S. (2023). mHealth applications with artificial intelligence for improving dietary behavior. *International Journal of Medical Informatics*, 172, 104984. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104984>
- Celuppi, S., De Souza, R., & Maciel, E. (2020). Artificial intelligence-powered nutrition support systems in primary health care. *BMC Public Health*, 20, 1442. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09428-5>
- Cristóbal, O. R., Cabrera, R. J. F., & Aravena, K. O. A. (2023). Digital technologies and healthy lifestyle promotion. *Health Education Research*, 38(1), 45–57. <https://doi.org/10.1093/her/cyac042>
- Espinosa, M. P., & Cartagena, F. C. (2021). Advanced technologies in health education and nutrition learning. *RIED—Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 33–53. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27594>
- Galdames, I. S. (2023). Artificial intelligence in human medicine: Current applications. *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, 10(1), 1–4. <https://doi.org/10.32457/ijmss.v10i1.2301>
- González, C. G., Domper, A., Fonseca, L., Lera, L., Correa, P., & Vio, F. (2020). Effectiveness of educational interventions for healthy eating habits. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 991–999. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000600991>
- Hoyos, J., Froelich, W., & Wakulicz-Deja, A. (2023). Fuzzy cognitive maps for personalized dietary decision support. *Journal of Medical Systems*, 47(4), 28. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01935-7>

- Kelly, C. J., Karthikesalingam, A., Suleyman, M., Corrado, G., & King, D. (2022). Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Medicine*, 20, 195. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02314-7>
- Lupton, D., & Jutel, A. (2023). Digital health surveillance, data, and power. *Social Science & Medicine*, 315, 115401. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115401>
- Martínez, H. A. M., González, J. P. R., & García, M. I. B. (2023). ICT use and healthy lifestyle promotion among students. *Polo del Conocimiento*, 8(5), 112–129. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i5.5382>
- Prado, L. B., & Rodríguez, P. M. (2022). Nutritional behaviors and health promotion strategies during COVID-19. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 48(3), 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2021.05.008>
- Ruibal-Tavares, E., Calleja-López, J. R., Rivera-Rosas, C. N., & Aguilera-Duarte, L. J. (2023). Artificial intelligence in medicine: Current landscape. *Healthcare Informatics Research*, 29(2), 81–90. <https://doi.org/10.4258/hir.2023.29.2.81>
- Stephens, E. S., Dema, E., McGee-Avila, J. K., et al. (2023). Digital health tools and behavior change. *JAMA Network Open*, 6(11), e2343325. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.43325>

Variables de estudio en investigación científica

Dr. Gerardo García Maldonado
Profesor de Tiempo Completo e Investigador
SNII Nivel 1
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero”
gmaldonado@docentes.uat.edu.mx

Dr. José Eugenio Guerra Cárdenas
Profesor de Tiempo Completo e Investigador
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero”
jguerra@docentes.uat.edu.mx

Dra. Ma. Elena Calles Santoyo
Profesora de Horario Libre e Investigadora
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero”
mecalles@docentes.uat.edu.mx

INTRODUCCIÓN

En investigación científica, cualquiera que sea el área de conocimiento, las denominadas variables de estudio representan uno de los pilares fundamentales del trabajo investigativo, es decir, son elementos que marcan la pauta para el desarrollo metodológico y estadístico de un proyecto. Comprender esta circunstancia, conocer lo que implican y representan en lo conceptual como lo operacional, es decir, cómo se van a medir o cuantificar, será crucial para estar al final con la capacidad de analizar e interpretar los resultados. Evidentemente según la disciplina, las variables de estudio serán específicas. Dicho de otra manera, las variables en Química, Física o Agronomía, tendrán sus propias características, comparadas con las del área médica.

Indudablemente que en este último campo las variables serán enfermedades, tratamientos, diagnósticos y todo lo relacionado a esta profesión, al igual que, todo lo inherente al ser humano en lo personal, social y familiar, mismos que se constituyen en elementos de interés para el médico en el ejercicio de la profesión. Las variables de estudio en investigación son las particularidades, condiciones o atributos propios de los elementos que conforman una determinada área del conocimiento que pueden cambiar o variar dentro de una investigación. El rasgo distintivo es que se pueden medir, observar o manipular para responder a una pregunta de investigación o comprobar una hipótesis.

Cada variable desempeña un papel específico en el proceso de investigación, lo que ayuda a describir, analizar y entender los fenómenos estudiados. Siempre con la intención de aplicar el principio de parsimonia, se presenta a continuación esta organización taxonómica de las variables en investigación. Pretendimos incluir diferentes tipos en una imagen, tanto por su naturaleza, como por la escala de medición y su participación en procesos estadísticos.

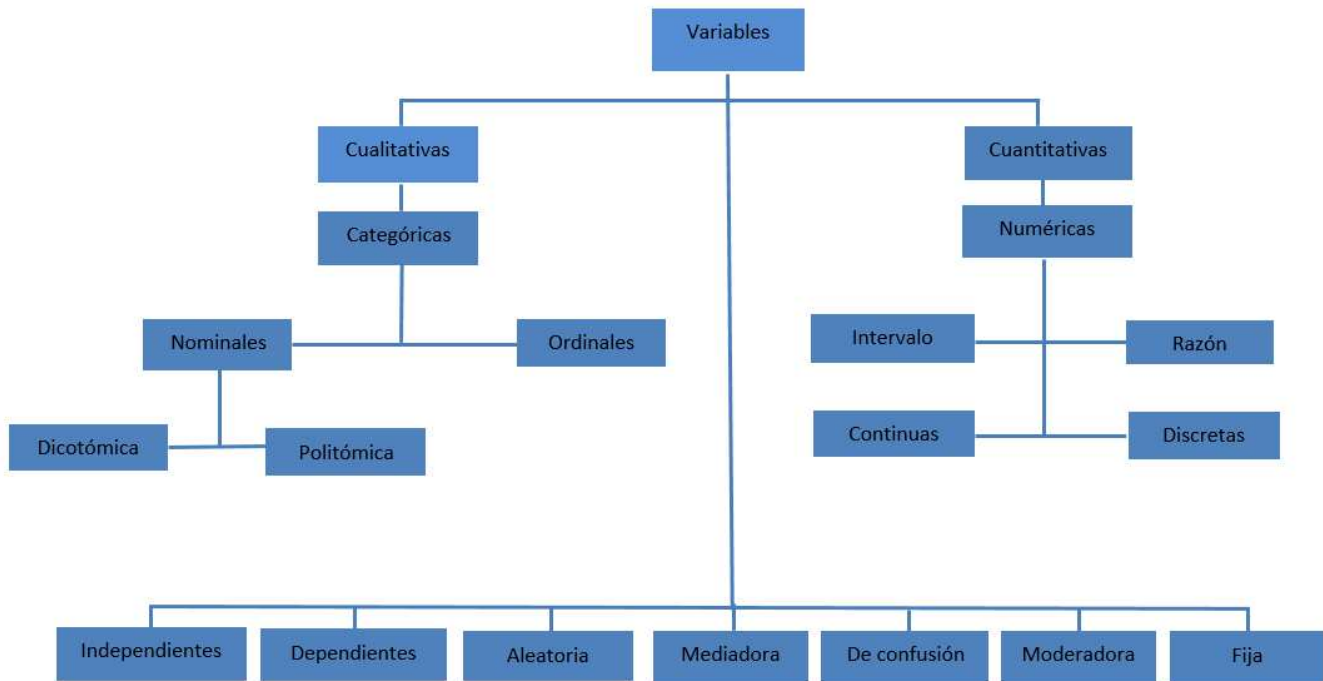


Figura 1. Variables en investigación científica

Antes de abordar cada uno de los elementos de esta taxonomía, vale la pena tomar en cuenta algunos aspectos preliminares.

OBJETIVIDAD Y SUBJETIVIDAD DE LAS VARIABLES

En primer término, es conveniente saber que las variables pueden ser objetivas o subjetivas. ¿Pero cuáles son las diferencias?

En primer lugar, debemos señalar que la diferencia fundamental está en función de la forma en que se miden, pero también en la naturaleza de los datos que representan. Sin embargo, hay otros elementos a considerar, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Diferencias entre variables objetivas y subjetivas

OBJETIVAS	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuantifican directamente, sin interpretaciones y son independientes de la opinión del observador. • Generalmente permiten mediciones precisas. <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal (Kgs.), Nivel de glucosa en sangre (mg/dl), Talla (cms.). • El procedimiento de medición está estandarizado, por lo cual se espera que diferentes observadores tengan los mismos resultados.
SUBJETIVAS	<ul style="list-style-type: none"> • Dependen de la percepción del observador que las mide. • No pueden ser cuantificadas de manera exacta. • Pueden estar influidas por creencias o interpretaciones equivocadas. <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opinión de la calidad de la atención médica, percepción de calidad de vida, intensidad de dolor experimentado, nivel de satisfacción, grado de depresión. • A menudo estas variables se miden a través de entrevistas o encuestas.

Dicho de otra manera, las variables objetivas se refieren a las que por la naturaleza de sus datos tienen propiedades medibles (ejemplo: glucosa en sangre, peso corporal), es decir, representan condiciones físicas. En el caso de las variables subjetivas, estas representan una idea o concepto (percepción de bienestar, depresión) que pueden tener diferentes enfoques, por lo que es fundamental desglosar el constructo en forma estructurada y racional, para conformar conceptos y dimensiones que puedan ser medibles y determinar si dicho constructo está presente o no en la evaluación.

DIMENSIONALIDAD DE UNA VARIABLE

En investigación científica, la dimensión de una variable se refiere a la naturaleza o característica específica de la variable que se está midiendo o estudiando. Podríamos decir preliminarmente, por ejemplo: Si se estudia la variable índice de masa corporal, las dimensiones serían (peso y talla). Si se estudia la variable calidad de vida, las dimensiones podrían ser (salud física, salud mental, satisfacción personal, relaciones familiares, por ejemplo).

Al identificar la dimensionalidad de una variable los investigadores pueden:

- Definir con precisión lo que se está estudiando
- Seleccionar instrumentos de medición adecuados
- Analizar e interpretar datos de manera precisa
- Obtener resultados más específicos y relevantes

Las variables objetivas están entonces constituidas por dimensiones físicas y las variables subjetivas por dimensiones analíticas, también llamadas lógicas. Aunque se hace la distinción (dimensión lógica-dimensión física), que de fondo es razonable, en la práctica se habla más de dimensionalidad en general ya que en realidad si bien semánticamente son diferentes, en el contexto de investigación científica al hablar de dimensionalidad, se sobreentiende que puede ser lógica o física. Podemos agregar también que una variable puede tener una o varias dimensiones, entonces la señalaríamos como: Unidimensional o Multidimensional. Entendiendo las consideraciones de dimensionalidad, objetividad o subjetividad, podemos entonces establecer las siguientes consideraciones:

Variable Subjetiva, Lógica, Multidimensional:

Por ejemplo:

CALIDAD DE VIDA. - Está compuesta por varias dimensiones: salud física, satisfacción personal, relaciones familiares y ambiente.

DEPRESIÓN. - Se integran dimensiones afectivas, motoras, cognitivas, conductuales.

Como se puede observar, cada una de estas dimensiones capta un aspecto diferente, que en conjunto permiten entender a que se refieren cada constructo. Con esto entendemos entonces, que se podría hablar de calidad de vida en cuanto a relaciones familiares, pero no en salud física necesariamente, o bien considerar la depresión en cuanto a la afectividad, pero no en lo cognitivo o motor. Difícilmente se podría medir la variable calidad de vida o depresión como algo unidimensional, por lo que se insiste, en la necesidad de desglosar el constructo en diferentes componentes para una mejor comprensión y para cálculos estadísticos más específicos. Finalmente vale la pena reiterar, que son condiciones que no se miden físicamente.

Variable Objetiva, Física, Multidimensional:

Están compuesta por dos o más dimensiones, pero su diferencia es física por lo tanto es repetible, reproducible y con una medición que es precisa.

Por ejemplo:

ÍNDICE DE MASA CORPORAL. - Peso y Talla.

TENSIÓN ARTERIAL. - Sistólica y Diastólica

RESPIRACIÓN. - Inhalar y Exhalar

RESPUESTA INMUNE. - Celular y Molecular

VELOCIDAD. - Distancia y Tiempo.

DENSIDAD. - Masa y Volumen.

FLUJO DE CALOR. - Temperatura y Área de Superficie.

Por otra parte, si las variables presentan una sola dimensión y se integran igualmente por su objetividad o subjetividad tendríamos:

Variable Objetiva, Física, Unidimensional:

Por ejemplo: Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, enzimas cardiacas (Troponina, Creatin Kinasa), temperatura corporal, por citar algunas.

Se trata entonces de condiciones físicas individuales con una sola medición y dimensión, que se cuantifican directamente.

Variable Subjetiva, Lógica, Unidimensional:

Por ejemplo:

Nivel de Dolor.

Las variables subjetivas unidimensionales no son muy frecuentes en investigación, de cualquier manera, al igual que las subjetivas multidimensionales, difícilmente alcanzan estabilidad bajo los criterios de repetibilidad y reproducibilidad. En otras palabras, aplica una sola dimensión y medición y dependen de la percepción del evaluador.

RECURSOS DE MEDICIÓN

Los instrumentos con los cuales se miden las variables son diversos y dependen de la naturaleza de la misma, de lo que se quiera medir y de la selección del investigador. Para una variable objetiva unidimensional, evidentemente se requerirá un solo instrumento o recurso, muchas veces mecánico:

Por ejemplo:

Para peso corporal una báscula, para talla un estadímetro (también llamado estadiómetro), para temperatura corporal un termómetro, etc.

Si la variable es objetiva multidimensional:

Por ejemplo:

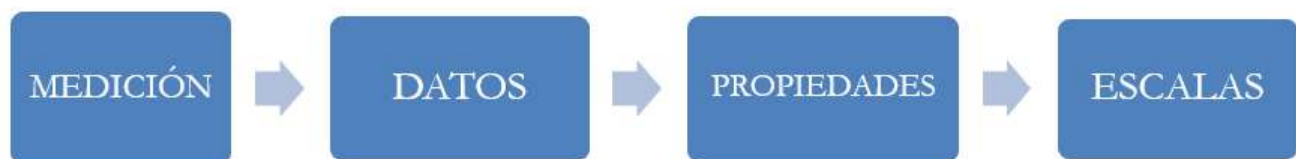
Índice de masa corporal, se requerirá entonces la combinación de dimensiones y por ende de recursos o instrumentos: $(\text{peso}/\text{talla}^2)$ (báscula y estadímetro). Otros ejemplos serían masa, densidad, respuesta inmune, etc.

En el caso de las variables subjetivas lógicas o analíticas unidimensionales o multidimensionales:

Los recursos se denominan documentales, como por ejemplo escalas, cuestionarios o inventarios (tanto unidimensionales como multidimensionales), es decir, no se usan aparatos físicos.

En los últimos años se han desarrollado y validado una gran variedad de ellos para diferentes propósitos. En el mejor de los casos una vez que se decide cual será la variable de estudio, habrá que establecer su dimensionalidad y el mejor recurso para su medición. Es importante señalar que la medición de una variable, es apenas el inicio de una serie de consideraciones que debemos tomar en cuenta para fines de una investigación científica.

En el siguiente esquema se puede observar lo señalado.



- Al medir obtenemos datos
- Los valores finales de los datos tienen propiedades
- Las propiedades permitirán determinar la escala de medición a usar

*No confundir escala de medición con recurso para la medición.

Los valores finales de los datos obtenidos de la medición de la variable, se pueden constituir en un sentido general como categóricos o numéricos (los primeros reflejan categorías o características, los segundos provienen de contar o medir). A los primeros se les conoce también como cualitativos y los segundos como cuantitativos, aunque esta denominación en este contexto es poco frecuente ya que conduce a confusiones.

Las propiedades de los datos se pueden clasificar por las siguientes condiciones:

- Orden
- Distancia
- Origen

En consecuencia, dependiendo de esto, se configuran las escalas de medición (nominal, ordinal, intervalo y razón). De esta manera se constituye el siguiente esquema:



Aun cuando es común señalar, cito textual, “variable nominal, variable de intervalo, variable ordinal, etc.”, en el sentido estricto se debería señalar: “escala de medición de la variable ordinal, escala de medición de la variable de intervalo, etc.” De acuerdo a la taxonomía mostrada en la Figura 1, a las variables cualitativas también se les designa como categóricas por su valor final, éstas a su vez, concentran a las escalas de medición nominal y ordinal. Por su parte las variables cuantitativas corresponden a las denominadas variables numéricas que integran a las escalas de medición de intervalo y de razón, así como a las denominadas variables discretas y continuas.

VARIABLES CATEGÓRICAS

ESCALA NOMINAL

Se trata de variables que corresponden a categorías, por lo mismo no integran un orden, secuencia o jerarquía. Este tipo de variables se puede agrupar en dos modalidades:

Dicotómica: Se refiere a una división en dos partes opuestas y mutuamente excluyentes.

Por ejemplo:

Variable género: masculino o femenino

Variable estado de salud: sano o enfermo

Variable diabetes: diabetes presente o diabetes ausente

Politómica: Se refiere a algo que está dividido en muchas partes o elementos, lo que permite un entendimiento más amplio de la variable en estudio

Por ejemplo:

Variable estado civil: soltero, casado, divorciado, viudo, unión libre

Variable religión: católico, judío, musulmán, budista

ESCALA ORDINAL

En este caso las categorías tienen un orden o jerarquía, pero no hay manera de cuantificar distancias, ya que no incluyen esta propiedad como en las numéricas.

Por ejemplo:

Variable nivel académico: primaria, secundaria, preparatoria, licenciatura

Variable intensidad de depresión: leve, moderada, severa, grave

VARIABLES NUMÉRICAS

ESCALA DE INTERVALO

La expresión es numérica, por lo que su propiedad principal es poseer además de jerarquía una distancia cuantificable, por lo tanto, la medición es objetiva. Sin embargo, en este caso el punto cero es arbitrario, es decir, no representa la inexistencia de la variable o ausencia de lo que se está midiendo, solamente es un punto de referencia elegido convencionalmente. Este tipo de variable permite medir diferencias entre valores, ya que son constantes, pero no relaciones proporcionales por ser precisamente el cero arbitrario.

Por ejemplo:

Si decimos que la temperatura en grados Celsius es de cero, no significa que exista ausencia total de temperatura, incluso el cero representa el grado de congelamiento del agua, más aún, existen valores negativos, es decir -1 grado, -2 grados, etc.

En este caso si dijéramos 10 grados Celsius es la mitad de 20 grados, estaríamos haciendo una relación proporcional incorrecta, precisamente por ser el cero arbitrario.

ESCALA DE RAZÓN

Es la escala con mayor jerarquía pues además de orden y distancia, incluye la propiedad origen, además que los intervalos son constantes entre los valores. Se puede realizar cualquier tipo de operación matemática, así como comparaciones proporcionales. Con esto se puede considerar que el cero en este caso es absoluto, es decir, no arbitrario, lo que significa ausencia de la unidad de estudio, por lo tanto no acepta valores negativos.

Por ejemplo:

En el caso del peso o longitud, el cero si significa ausencia total de la propiedad medida y las relaciones proporcionales tienen sentido, por ejemplo (un objeto que pesa 10 kgs, pesa el doble que uno de 5 kgs. O bien un evento que dura 4 horas, es el doble de uno que dura 2 hrs.). Por otra parte, ningún objeto o persona puede pesar cero kgs.

Es importante señalar que, dentro del apartado de variables numéricas, además de las señaladas por la escala de medición, existen otras que no se constituyen desde esta perspectiva, que dependen de los valores que pueden tomar y como se obtienen.

VARIABLES DISCRETAS

Se trata de variables que toman valores específicos, que provienen de contar, generalmente números enteros, es decir, no admiten fracciones ni valores intermedios entre un número y otro. Menos frecuentemente, se les denomina discontinuas. Los valores son finitos y representan cantidades separadas.

Por ejemplo:

Número de hijos en una familia, número de pacientes, número de camas censables en un hospital, número de fallecimientos:

(1,2,3,4...)

VARIABLES CONTINUAS

Pueden tomar cualquier valor dentro de un intervalo, incluidas fracciones, decimales, etc. Estas variables se miden, no se cuentan y los valores pueden ser infinitos.

Por ejemplo:

Altura de una persona: 1.80 metros

Concentración de un fármaco en sangre: 0.8 mcg/ml

Temperatura corporal: 36.5 grados centígrados

En la figura 1 se hace mención a otro tipo de variables, que de acuerdo a su configuración y posicionamiento, están más relacionadas con el desarrollo de procesos estadísticos.

VARIABLE INDEPENDIENTE

Se trata de una variable que se manipula o selecciona, para observar cómo afecta a otra variable denominada dependiente. Es decir, la primera es el factor que influye en el resultado de la segunda.

Tiene algunas características:

- Es controlada y definida por el investigador sobre todo en experimentos o ensayos clínicos.
- Puede ser categórica o numérica.
- Se utiliza para explicar, predecir o influir en la variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE

También llamada de respuesta, resultado o criterio, es aquella que se mide para evaluar efecto de la variable independiente.

Características:

- Es el resultado de los cambios de la variable independiente.
- Es medida por el investigador, pero no se manipula.
- Puede ser categórica o numérica.

En un estudio sobre el impacto del insomnio en la depresión:

Variable independiente: insomnio

Variable dependiente: depresión

Es importante señalar que es decisión del investigador determinar cuál variable será independiente y cual dependiente, según su línea de investigación. Podría entonces ser lo contrario, es decir, efecto de la depresión en el desarrollo de insomnio:

Variable independiente: depresión

Variable dependiente: insomnio

VARIABLE ALEATORIA

Se trata de una variable cuyo resultado específico es incierto, pero que su comportamiento general se puede conocer, describir o predecir mediante una distribución de probabilidad. Esto quiere decir que esta modalidad indica, como los valores se distribuyen y que tan probable es que ocurra cada uno.

Ejemplo:

Si lanzamos un dado, no se sabe qué número caerá, pero cada número tiene una probabilidad de aparecer de 1/6. Si lanzamos una moneda al aire no sabemos si caerá águila o sol, pero cada lado tendrá una probabilidad de aparecer de un 50%.

VARIABLE FIJA

Es aquella cuyo valor no cambia durante un experimento o procedimiento, a diferencia de las aleatorias, sus valores son constantes o con valores definidos de antemano y no están sujetas al azar o a la incertidumbre. Características principales

- Determinismo: valor constante o definido
- Control: se utiliza como valor de referencia
- No aleatoria: no influenciada por factores inciertos

Proporcionan una base estable para interpretar resultados

Ejemplo:

Si se estudia el efecto de la dieta sobre el índice de masa corporal, la cantidad de calorías asignadas a cada grupo de estudio (2000 calorías, por ejemplo) sería la variable fija.

Existen otro tipo de variables que por la función que cumplen en el análisis, son también importantes.

VARIABLE DE CONFUSIÓN

Es una variable que el investigador mantiene constante o controlada para evitar que influya en la relación entre la variable independiente y dependiente. Se utilizan para garantizar que cualquier cambio en la variable dependiente se deba exclusivamente a la manipulación de la variable independiente.

Ejemplo:

En un experimento sobre el impacto del sueño en el rendimiento académico, la alimentación y la cantidad de horas de estudio podrían ser variables de confusión que controlar para que no afecten los resultados.

VARIABLE INTERVINIENTE O MEDIADORA

Es una variable que se encuentra entre la variable independiente y dependiente, que explica la relación entre ambas.

Ejemplo:

Si se investiga cómo el estrés afecta el rendimiento académico, la motivación puede ser una variable mediadora, ya que el estrés puede reducir la motivación, lo que a su vez disminuye el rendimiento.

VARIABLE MODERADORA

Es una variable que afecta la dirección o fuerza de la relación entre la variable independiente y la dependiente.

Ejemplo:

Si revisamos la relación entre el apoyo familiar y bienestar, la personalidad de los participantes (extrovertido/introvertido), podría ser una variable moderadora, ya que podría influir en qué tan fuerte es la relación entre el apoyo familiar y el bienestar.

Finalmente imaginemos un proyecto que investiga el impacto de la cantidad de horas de sueño (variable independiente) sobre el rendimiento académico (variables dependientes) en estudiantes universitarios, teniendo en cuenta la motivación (variable mediadora) y controlando factores de confusión como edad y horas de estudio (variables de control).

REFERENCIAS

- Andrade Ruiz HA. Bioestadística aplicada en ciencias de la salud: guía complementaria. 1ª ed. Guatemala: Fundación Gustavo Palma Calderón; 2019.
- Bland M. An Introduction to Medical Statistics. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2015.
- Daniel W. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. México: Limusa Wiley; 2000.
- Daniel WW, Cross CL. Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences. 10th ed. Hoboken (NJ): Wiley; 2013.
- González Betanzos F, Escoto Ponce de León MC. Estadística aplicada en psicología y ciencias de la salud. México: Manual Moderno; 2017
- Hosmer DW, Lemeshow S, Sturdivant RX. Applied Logistic Regression. 3rd ed. Hoboken (NJ): Wiley; 2013.
- Montero Fernández J, Minuesa Abril C. Estadística básica para ciencias de la salud. 1ª ed. España: Universidad de Extremadura; 2018
- Rius Díaz F, Barón López FJ. Bioestadística. 1ª ed. España: Ediciones Paraninfo; 2005.
- Ruiz Muñoz D. Manual de estadística. 1ª ed; 2000

De la ética a la bioética en las ciencias de la salud

Editorial Universidad Santiago de Cali. ISBN 978-62-87501-63-8

Mtra. Sandra Montenegro Hernández
Docente e investigadora
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico
“Dr. Alberto Romo Caballero”
sandra.montenegro@uat.edu.mx



El libro *De la ética a la bioética en las ciencias de la salud* presenta un análisis integral sobre la evolución del pensamiento ético hacia la bioética, destacando su relevancia en las distintas disciplinas del área de la salud. La obra surge de un trabajo investigativo interdisciplinario que busca reflexionar sobre la importancia del comportamiento moral, la responsabilidad profesional y la dignidad humana en el ejercicio de las ciencias de la salud.

En primer lugar, se establece la diferencia entre ética y moral. La ética es concebida como una disciplina filosófica que estudia los actos humanos en relación con el bien y el mal, mientras que la moral se refiere a las normas, valores y costumbres que guían la conducta de las personas en una sociedad determinada. La ética, por tanto, analiza y reflexiona sobre la moral, permitiendo juzgar si las acciones son correctas o incorrectas. Esta distinción es fundamental para comprender el desarrollo posterior de la bioética.

La bioética surge como una extensión de la ética aplicada a las ciencias de la vida y la salud, especialmente ante los avances científicos y tecnológicos que han generado nuevos dilemas morales. Se define como una disciplina que estudia las implicaciones éticas de la medicina, la biología y las prácticas sanitarias, con el objetivo de proteger la vida y garantizar el respeto por la dignidad humana. A diferencia de la ética tradicional, la bioética tiene un enfoque más práctico e interdisciplinario, ya que involucra aspectos jurídicos, sociales, culturales y científicos.

El texto resalta que el ejercicio de los profesionales de la salud requiere no solo conocimientos técnicos, sino también una sólida formación ética. Desde la formación académica hasta la práctica profesional, la ética y la bioética deben estar

presentes como ejes transversales que orienten la toma de decisiones. Esto es especialmente relevante en situaciones complejas donde intervienen factores como la vida, la muerte, el sufrimiento y los derechos del paciente.

Uno de los elementos clave abordados en la obra es el principio de autonomía, que reconoce el derecho de los pacientes a tomar decisiones informadas sobre su salud. Este principio se relaciona con el consentimiento informado, entendido no solo como un documento legal, sino como un proceso de comunicación entre el profesional de la salud y el paciente. A través de este proceso, se busca garantizar que el paciente conozca los riesgos, beneficios y alternativas de los procedimientos médicos.

Asimismo, se destacan otros principios fundamentales de la bioética, como la beneficencia (hacer el bien), la no maleficencia (evitar el daño) y la justicia (distribución equitativa de los recursos y servicios de salud). Estos principios sirven como guía para la actuación ética de los profesionales y contribuyen a mejorar la calidad de la atención en salud.

El libro también aborda la problemática del error humano en los servicios de salud, señalando que este es multifactorial y puede estar influenciado por la complejidad del sistema sanitario, las condiciones laborales y el uso de tecnología. En este contexto, la ética y la bioética juegan un papel fundamental en la prevención de errores y en la promoción de la seguridad del paciente. La implementación de protocolos y buenas prácticas clínicas se presenta como una estrategia para reducir riesgos y garantizar una atención segura.

Otro aspecto relevante es la necesidad de contar con códigos deontológicos en cada disciplina de la salud. Estos códigos establecen normas y principios que regulan el comportamiento profesional, promoviendo la responsabilidad, el respeto y el compromiso ético. Sin embargo, el libro evidencia que no todas las disciplinas cuentan con códigos bien estructurados o actualizados, lo que representa un desafío para el fortalecimiento de la ética profesional.

A lo largo de los distintos capítulos, se analiza la aplicación de la ética y la bioética en áreas como medicina, enfermería, odontología, fisioterapia, psicología, entre otras. En cada caso, se identifican avances, limitaciones y recomendaciones para mejorar la práctica profesional desde un enfoque ético. Se concluye que la bioética debe adaptarse a los cambios sociales y tecnológicos, manteniendo siempre como eje central la dignidad del ser humano.

Finalmente, la obra enfatiza que la crisis de valores en la sociedad actual hace más necesaria la formación ética de los profesionales de la salud. La bioética se presenta como una herramienta fundamental para enfrentar los desafíos contemporáneos, promoviendo una atención humanizada, responsable y centrada en el paciente. En este sentido, se invita a fortalecer la educación ética y a fomentar el diálogo interdisciplinario como medios para mejorar la calidad de vida y el bienestar de la sociedad.



**Facultad de
Medicina de Tampico**
Dr. Alberto Romo Caballero



Centro de
Investigación
Educativa y
Ciencias

REVISTA CIE

