



ARTÍCULO ORIGINAL

Impacto de un curso virtual interactivo en el desarrollo de las habilidades diagnósticas en estudiantes de Medicina, Cuba

Eliecer González Valdés^{1,a} | Miguel Angel Amaró Garrido^{1,a} | Jim Alex González Consuegra^{1,a} | Carlos Lázaro Jiménez-Puerto^{1,b}

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus, Sancti Spíritus, Cuba.

^a Doctor en Medicina.

^b Doctor en Ciencias de la Educación.

Palabras clave:

diagnóstico; aptitud; educación médica; tecnologías de la información; evaluación de habilidades; evaluación educacional (fuente: DeCS-BIREME).

RESUMEN

Objetivo. Evaluar el impacto de un curso virtual interactivo en el desarrollo de las habilidades diagnósticas en estudiantes de Medicina. **Métodos.** Estudio cuasiexperimental de cohorte prospectivo, que incorporó un grupo control y un grupo experimental de 160 estudiantes de tercer año de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus en Cuba. Se empleó un curso virtual interactivo *MedInter* con registro automatizado, una encuesta enfocada en habilidades digitales y la prueba de las habilidades diagnósticas. **Resultados.** Ambos grupos presentaron similar acceso a Internet en el hogar y alto dominio del inglés. El grupo experimental incrementó la precisión diagnóstica de 58,4 % a 82,3 %, con resultados mayores en el grupo control. El tiempo promedio para resolver casos clínicos se redujo de 14,2 a 9,1 minutos en el grupo experimental. El uso del curso virtual emergió como el predictor más sólido de mejora diagnóstica ($\beta = 0,67$; $p < 0,001$), seguido del dominio del inglés ($\beta = 0,18$; $p = 0,006$). **Conclusiones.** El curso virtual *MedInter* mostró un impacto positivo significativo en las habilidades diagnósticas de los estudiantes, con la mejora de la precisión, eficiencia y resolución en casos complejos en un contexto con limitaciones tecnológicas.

Impact of an interactive virtual course on the development of diagnostic skills among medical students in Cuba

Keywords:

diagnosis; aptitude; medical education; information technology; skills assessment; educational assessment (source: MeSH-NLM).

ABSTRACT

Objective. To evaluate the impact of an interactive virtual course on the development of diagnostic skills in medical students. **Methods.** A prospective, quasi-experimental cohort study was conducted, comprising a control group and an experimental group and involving a total of 160 third-year medical students from the Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus, Cuba. The study employed the interactive virtual course *MedInter* with automated tracking, a survey assessing digital skills, and a diagnostic skills test. **Results.** Both groups reported similar home internet access and high English proficiency. The experimental group improved diagnostic accuracy from 58.4 % to 82.3 %, outperforming the control group. The average time to solve clinical cases decreased from 14.2 to 9.1 minutes in the experimental group. Use of the virtual course was the strongest predictor of diagnostic improvement ($\beta = 0.67$; $p < 0.001$), followed by English proficiency ($\beta = 0.18$; $p = 0.006$). **Conclusion.** The *MedInter* virtual course had a significant positive impact on students' diagnostic skills, enhancing accuracy, efficiency, and performance in complex cases within a technologically limited context.

Citar como: González Valdés E, Amaró Garrido MA, González Consuegra JA, Jiménez-Puerto CL. Impacto de un curso virtual interactivo en el desarrollo de las habilidades diagnósticas en estudiantes de Medicina, Cuba. Rev Peru Cienc Salud. 2025;7(3):182-91. doi: <https://doi.org/10.37711/rpcs.2025.7.3.4>

Correspondencia:

- 👤 Eliecer González Valdés
- ✉️ geliecer752@gmail.com



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de habilidades clínicas a lo largo del currículo de la carrera de Medicina es esencial para garantizar que los futuros profesionales posean las aptitudes necesarias que les permita afrontar los retos de la práctica médica contemporánea⁽¹⁾. Entre estas habilidades, el diagnóstico clínico, entendido como la capacidad de integrar datos clínicos, pruebas complementarias y razonamiento crítico para identificar enfermedades, es esencial, pues está vinculado de forma directa a la calidad de la atención y la seguridad del paciente^(1,2).

En el contexto actual, caracterizado por los rápidos avances en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la formación médica ha experimentado transformaciones significativas⁽³⁾. Estas herramientas digitales complementan los métodos tradicionales, al permitir a los estudiantes exponerse a diferentes escenarios clínicos y proporcionar retroalimentación inmediata, lo cual ha demostrado mejorar la precisión diagnóstica. Además, superan las barreras geográficas y temporales, lo cual facilita el acceso a recursos educativos que promueven el desarrollo de habilidades clínicas adaptadas a las necesidades del siglo XXI^(3,4).

Diversas instituciones y organizaciones en el contexto internacional promueven la integración de plataformas virtuales, simuladores de realidad aumentada, inteligencia artificial (IA) y sistemas interactivos de aprendizaje basado en casos-problemas⁽⁵⁾. Estas herramientas no solo mejoran la retención de conocimientos, sino que también fomentan el pensamiento crítico, optimizan la toma de decisiones bajo presión y fortalecen la capacidad de interpretar resultados complejos, todo lo cual es esencial para realizar un diagnóstico preciso^(5,6).

A nivel internacional, un estudio realizado en Ecuador, en el 2020, por Cherrez et al.⁽⁷⁾ evidenció que más del 90 % de los médicos reportaron el uso de las TIC para resolver desafíos urgentes, como la formación sanitaria, aunque persisten brechas críticas en su implementación efectiva. Otro estudio realizado en México por Ordóñez et al.⁽⁸⁾ expresa que los docentes se reportan con un 38,3 % de falta en la capacitación, a pesar de que el 70,4 % utilizaban alguna TIC en sus clases y el 50,6 % solicitaba preparación en diseño de aulas virtuales. Así mismo, Marrero et al.⁽⁹⁾, desde la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, en Cuba, en el 2023, describen que apenas la mitad del profesorado en contextos de recursos limitados cuenta con la competencia necesaria para emplear las TIC con fines pedagógicos, lo cual profundiza

la brecha existente entre las expectativas de los estudiantes y la oferta formativa disponible^(9,10).

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías varía de manera considerable. En países con recursos limitados, la exclusión digital, las infraestructuras deficientes y la escasa formación docente dificultan su adopción⁽⁶⁾. En el ámbito nacional, Cuba destaca como un caso singular en este contexto, pues, a pesar de contar con un sistema de salud estructurado y una educación médica especializada gratuita, el país enfrenta limitaciones en recursos tecnológicos, acceso desigual a Internet y la necesidad de actualizar los métodos de enseñanza⁽¹¹⁾. En este sentido, las TIC se perfilan como aliadas estratégicas para optimizar el desarrollo de las habilidades diagnósticas mediante simulaciones interactivas, bases de datos actualizadas y entornos virtuales que reproducen escenarios clínicos complejos^(11,12).

En el entorno local de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus (Cuba), los estudiantes de la carrera de Medicina enfrentan desafíos relacionados con el acceso limitado a los pacientes en el ámbito hospitalario y la falta de retroalimentación inmediata^(9,10). La deficiente integración de las TIC en la simulación y en el refuerzo del diagnóstico clínico agrava esta situación. Si bien las metodologías tradicionales aún son los pilares de la enseñanza, no logran abordar en totalidad estas deficiencias⁽¹²⁻¹⁴⁾.

Por lo tanto, resulta fundamental explorar de manera sistemática cómo las TIC pueden mejorar las habilidades diagnósticas de los estudiantes. A pesar de algunas iniciativas aisladas, como el proyecto de la Universidad Virtual de la Salud (Cuba), su impacto en la formación diagnóstica todavía es limitado, de forma especial tras la pandemia de la COVID-19, que puso de manifiesto la necesidad de fortalecer la formación médica a distancia^(14,15). Este enfoque también busca modernizar la formación sanitaria sin perder de vista los principios de equidad y universalidad del sistema cubano. La innovación tecnológica debe ir de la mano de un compromiso ético y humanístico, con la preparación de médicos capaces de afrontar los retos diagnósticos del futuro sin abandonar los valores que caracterizan la práctica médica en Cuba.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de una intervención basada en las tecnologías de la información y la comunicación en el desarrollo de las habilidades diagnósticas en estudiantes de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus, en Cuba.



MÉTODOS

Tipo y área de estudio

Se trata de un estudio cuasiexperimental de cohorte prospectivo, que incorporó un grupo control (GC) y un grupo experimental (GE), desarrollado en la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus, en Cuba, entre noviembre de 2024 y abril de 2025.

Población y muestra

La población de estudio estuvo compuesta por 320 estudiantes de tercer año de Medicina (curso 2024-2025). La muestra fue determinada en 160 estudiantes, distribuidos en dos grupos (80 en el grupo experimental y 80 en el grupo control). La selección de la muestra fue realizada mediante criterios estadísticos que aseguraron un poder del estudio del 80,0 %, con un nivel de confianza del 95,0 % y un efecto esperado del 20,0 %, conforme al software G*Power 3.1.

Respecto a los criterios de inclusión, fueron considerados únicamente aquellos estudiantes matriculados en asignaturas clínicas (Propedéutica, Semiología y Medicina Interna), que además hubieran firmado el consentimiento informado. Por otra parte, respecto a los criterios de exclusión, fueron descartados aquellos estudiantes con formación previa en el uso avanzado de las TIC aplicadas al ámbito médico, con el fin de evitar sesgos derivados de una experiencia tecnológica diferenciada. Para identificar estos casos, se aplicó un cuestionario diagnóstico previo, basado en los descriptores del marco de competencias digitales para profesionales de la salud, establecido mediante un consenso internacional multidisciplinario realizado en el 2023⁽¹⁶⁾. Este instrumento permitió detectar a los estudiantes que habían tenido experiencias formativas previas en simuladores clínicos digitales, plataformas de aprendizaje virtual complejas o IA aplicada a la educación médica. Aquellos que reportaron niveles avanzados en dos o más dimensiones del cuestionario fueron excluidos.

Variables e instrumentos de recolección de datos

La variable independiente fue el "uso del curso virtual Medlnter", al cual se aplicó un registro automatizado donde fueron registrados de forma objetiva aspectos como la frecuencia de acceso (sesiones por semana), el tiempo dedicado en cada sesión (en minutos) y los recursos utilizados (casos clínicos completados, tutoriales visualizados). La medición se realizó a través de una métrica binaria: "0" si el participante no utilizó al menos el 80,0 % del contenido del curso y "1" si utilizó dicho porcentaje o más. La validez y fiabilidad de este instrumento se certificaron mediante una

prueba piloto con 20 estudiantes, que logró un coeficiente Kappa de 0,92, lo que indica una excelente consistencia en la recolección de datos.

La variable dependiente fue "desarrollo de las habilidades diagnósticas", a través de la cual se midieron las siguientes dimensiones:

Precisión diagnóstica

La precisión diagnóstica fue evaluada mediante una prueba de las habilidades diagnósticas (PHD-2025), desarrollada y validada por un grupo de 5 especialistas de la Sociedad Cubana de Medicina Interna, con la guía de lineamientos similares al *script concordance test* (SCT)⁽¹⁷⁾. Esta prueba comprende diez casos clínicos estandarizados, distribuidos en cinco casos de dificultad común y cinco de mayor complejidad, con una rúbrica de evaluación que asigna 10 puntos por cada caso, con una puntuación total que va de 0 a 100. La validez de la prueba fue corroborada por la alta concordancia interevaluadores, con un coeficiente Kappa de Fleiss de 0,85, y una sólida consistencia interna con un alfa de Cronbach de 0,89.

Tiempo promedio requerido por caso

El tiempo dedicado a la resolución de cada caso fue registrado de forma automática mediante un cronómetro integrado en la misma prueba (PHD-2025). Este temporizador se activa al iniciar cada caso y se detiene al registrar la respuesta, lo cual garantizó la medición exacta en minutos con una precisión de ±0,5 segundos. La fiabilidad de esta medición fue establecida mediante una prueba de test-retest, que alcanzó un coeficiente intraclass (ICC) de 0,96 en el pilotaje, lo que respaldó su estabilidad y precisión.

Nivel de confianza autopercibida

Para conocer la percepción de seguridad y confianza de los participantes, se utilizó una escala de autoeficacia diagnóstica, adaptada del instrumento propuesto por Weurlander et al.⁽¹⁸⁾, validado en entornos clínicos. Esta escala, estuvo compuesta por cinco ítems redactados en forma de afirmaciones, como "Me siento capaz de interpretar de forma adecuada una radiografía de tórax" o "Confío en mi capacidad para establecer diagnósticos certeros a partir de la información clínica e imagenológica disponible".

Cada ítem fue valorado en una escala de tipo Likert de 5 puntos, donde 1 representaba "muy en desacuerdo" y 5 "muy de acuerdo", con un puntaje total que oscilaba entre 5 y 25 puntos. Se interpretó que un mayor puntaje reflejaba un mayor nivel de autoeficacia diagnóstica autopercibida. Para fines de análisis, los resultados fueron clasificados en tres

niveles: bajo (5-13 puntos), moderado (14-19 puntos) y alto (20-25 puntos).

La fiabilidad de esta escala fue comprobada mediante un análisis de consistencia interna, alcanzando un alfa de Cronbach de 0,87, lo que indica una alta confiabilidad para medir constructos de percepción subjetiva en contextos clínico-educativos.

Habilidades para la búsqueda científica

La capacidad de localizar y aplicar información científica en condiciones reales fue evaluada mediante una prueba de competencia informacional (PCI-10), desarrollada por Li et al. (19). La prueba constó de cinco tareas prácticas, como identificar artículos relevantes en PubMed, calificadas en una escala de 0 a 10, con la asignación de 2 puntos por cada tarea correcta. La validez de esta prueba fue comprobada mediante un análisis de correlación convergente con rúbricas específicas de medicina basada en la evidencia (MBE), con un r de 0,78 ($p < 0,001$).

Variables de control

Acceso a Internet

La disponibilidad de conexión a Internet en el domicilio de los participantes se registró mediante un cuestionario llamado cuestionario de recursos tecnológicos, elaborado por expertos, que incluyeron 2 profesores en ciencias informáticas y un máster en gestión de la información. La respuesta dicotómica "¿Tiene Internet en su residencia? (Sí/No)" permitió categorizar y analizar posibles sesgos derivados del acceso a los recursos digitales.

Dominio del idioma inglés

La competencia en el idioma inglés fue evaluada con un test rápido de inglés médico, elaborado por tres profesores de idioma, dos de ellos doctores en ciencias pedagógicas. Este test, que consistió en 20 preguntas de selección múltiple, midió la comprensión y el dominio del nivel B1/B2. La puntuación obtenida fue registrada en una escala continua de 0 a 100, que permitió clasificar a los participantes en tres niveles: bajo (< 50), medio (50-80) y alto (> 80). La validez del instrumento fue establecida mediante su correlación con la prueba TOEFL, con un r de 0,85 ($p < 0,001$).

Disponibilidad y tipo de dispositivos tecnológicos

Para determinar el acceso y variedad de dispositivos, se utilizó un inventario de disponibilidad tecnológica, que recopiló información mediante un *checklist* con categorías como: solo móvil, tablet más móvil, computador portátil, o computador de escritorio. Esta variable fue analizada en su forma categórica, debido a las distintas posibilidades de acceso tecnológico.

Instrumentos de medición y validación

- Prueba de las habilidades diagnósticas (PHD-2025): consistió en diez casos clínicos estandarizados, validados por criterio de especialistas y con la guía del *script concordance test* (SCT) (17). La evaluación de estos casos fue realizada por tres médicos independientes, alcanzándose un coeficiente Kappa de Fleiss de 0,85, lo cual garantiza una alta consistencia en la calificación.
- Encuesta DigCompMed: compuesta por 20 ítems enfocados en las habilidades digitales, alcanzándose un alfa de Cronbach de 0,91, lo cual demuestra la fiabilidad del instrumento.
- Registro automatizado del curso virtual MedInter: se recopilaron datos sobre el tiempo invertido, el número de aciertos y errores, así como el uso de los distintos recursos disponibles en el curso.

Técnicas y procedimientos de recolección de datos

Los estudiantes del grupo experimental utilizaron el curso virtual MedInter, que incorporó un módulo interactivo compuesto por 30 casos clínicos simulados (divididos en 15 casos comunes y 15 casos complejos). Este módulo se desarrolló en colaboración con la Aula Virtual de Salud de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus e incluyó:

- Un simulador de IA basado en reglas clínicas y aprendizaje supervisado, que adaptó de forma dinámica la dificultad de los casos, desglosó el razonamiento diagnóstico y registró patrones de error para ofrecer *feedback* inmediato y personalizado.
- Una base de datos con acceso a artículos médicos en inglés y en español, acompañada de resúmenes interactivos. Esta base estuvo conformada por materiales seleccionados de fuentes públicas de acceso abierto, así como por artículos disponibles a través de convenios institucionales gestionados por la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus. La gestión de estos contenidos fue realizada por un equipo de docentes del Aula Virtual de Salud.
- Videos tutoriales centrados en la interpretación de pruebas diagnósticas, tales como radiografías y electrocardiogramas (ECG).

El curso virtual MedInter se estructuró en cuatro módulos autoinstructivos, accesibles de forma asincrónica a través de la plataforma Moodle de la Universidad. Cada módulo incluyó:

1. Clases grabadas y material multimedia:
 - Cinco lecciones en vídeo (15-20 min cada una) impartidas por especialistas en medicina interna y diagnóstico por imagen.

- b) Documentos PDF de apoyo con esquemas, guías de interpretación de imágenes (rayos X, ecografías, TC) y referencias bibliográficas clave.

2. Simulaciones interactivas de casos clínicos:

- a) Diez casos clínicos por módulo (total 40), con niveles de dificultad creciente.
- b) Retroalimentación automática tras cada respuesta, donde se explicó el razonamiento diagnóstico y citó evidencia actualizada.

El simulador utilizó un motor basado en reglas clínicas y aprendizaje automático supervisado para generar *feedback* personalizado. Sus principales atributos fueron:

- a) Capacidad de adaptación al usuario: el sistema se ajustaba de forma dinámica a la complejidad de las pistas y sugerencias en función de las respuestas previas del estudiante, con la promoción de un proceso de aprendizaje individualizado.
- b) Explicaciones detalladas paso a paso: el simulador desglosaba el razonamiento diagnóstico en cada etapa del proceso, lo cual facilitó la comprensión y el aprendizaje profundo de los procedimientos clínicos.
- c) Generación de variantes de casos: a partir de un caso base, se crearon múltiples escenarios con datos diferentes, lo que ayudó a evitar la memorización mecánica y favoreció la adquisición de conocimientos transferibles.
- d) Análisis de errores frecuentes: identificó patrones recurrentes de equivocaciones entre los usuarios y ofreció recomendaciones didácticas específicas, lo cual contribuyó a mejorar las competencias clínicas de manera dirigida.
- e) Registro del historial de interacciones: grabó las respuestas y tiempos de cada estudiante durante las sesiones; esto permitió a los docentes realizar un seguimiento detallado del proceso de aprendizaje y ajustar sus estrategias pedagógicas en consecuencia.

3. Evaluaciones formativas y sumativas:

- a) Quizzes de autoevaluación: cinco cuestionarios de opción múltiple (10 ítems cada uno) al cierre de cada módulo, con retroalimentación inmediata.
- b) Pruebas pretest y postest: 10 casos clínicos estandarizados idénticos en estructura a la prueba PHD-2025, cronometrados de forma automática.

4. Métricas de uso y seguimiento:

- a) Registro automatizado de accesos, tiempo de navegación por módulo, número de casos completados y revisiones de contenido.

- b) Panel de control para docentes con gráficos de progreso individuales y grupales, que facilitó la identificación de áreas de dificultad.

El curso fue concebido como una plataforma interactiva con el propósito de fomentar el aprendizaje activo y potenciar el razonamiento clínico con base en la evidencia contemporánea de la educación médica. Para ello, se incorporaron los siguientes recursos:

- a) Retroalimentación inmediata en cada simulación: permitió al estudiante corregir errores al instante y afianzar conceptos diagnósticos de manera oportuna.
- b) Rutas de navegación flexibles: a través de las cuales el usuario seleccionaba con libertad los casos o materiales de estudio conforme al nivel de dominio, lo cual favoreció la reflexión metacognitiva sobre el propio proceso de aprendizaje.
- c) Elementos de gamificación moderada: como insignias digitales por módulos completados y clasificaciones anónimas, destinados a estimular la motivación intrínseca y promover la práctica deliberada.
- d) Foros de discusión integrados: facilitaron el intercambio colaborativo de enfoques diagnósticos y el análisis crítico de casos clínicos, lo que reforzó el aprendizaje social y la construcción colectiva del conocimiento.

Esta estructura interactiva, complementada con un diseño autoinstructivo, permitió a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, revisar las lecciones grabadas cuantas veces necesitaran y repetir simulaciones para reforzar conceptos. Esta combinación de flexibilidad, retroalimentación inmediata y recursos multimodales potenció la motivación y la transferencia de las habilidades diagnósticas al entorno clínico real.

La intervención se llevó a cabo durante 12 semanas, con tres sesiones semanales de 45 minutos cada una. Los participantes del grupo control continuaron con la enseñanza mediante métodos tradicionales, los cuales comprendieron clases magistrales y discusión de casos con material impreso, sin el apoyo de la plataforma digital.

Análisis de datos

Para el análisis descriptivo, las variables cuantitativas se resumieron con medidas de tendencia central (medias y medianas), así como de dispersión (desviaciones estándar y rangos intercuartílicos). Las variables cualitativas se expresaron mediante frecuencias y porcentajes. En cuanto al análisis inferencial, para evaluar los efectos de la intervención y las relaciones

entre variables, se llevaron a cabo diferentes análisis estadísticos, según correspondieron. Se empleó la prueba *t* de Student para muestras pareadas, con el fin de comparar las medias de las variables dependientes en las mediciones previas (pretest) y posteriores (postest) dentro del mismo grupo. Antes de aplicar esta prueba, se verificó la homocedasticidad mediante el test de Levene, para garantizar la igualdad de varianzas entre grupos.

Para evaluar las diferencias en la evolución de las variables dependientes (precisión diagnóstica, tiempo promedio por caso y nivel de confianza autopercibida) entre pretest y postest, en ambos grupos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas 2x2 (grupo x momento). La esfericidad se comprobó con la prueba de Mauchly y, en casos de incumplimiento, se aplicaron las correcciones de Greenhouse-Geisser.

Así mismo, la prueba de ANOVA de medidas repetidas se empleó para analizar la variación temporal de la habilidad en búsqueda científica y otros indicadores de desempeño en la plataforma MedInter.

También fueron empleados los modelos lineales mixtos (MLM), implementados mediante el paquete "lme4" en R Studio 4.3.1, con el propósito de analizar el efecto longitudinal del curso sobre los resultados del desempeño diagnóstico, considerando tanto efectos fijos (condición pretest-postest) como aleatorios (variabilidad individual entre estudiantes). Esta técnica permitió modelar adecuadamente la estructura jerárquica de los datos (mediciones anidadas dentro de sujetos) y controlar posibles efectos de confusión derivados de la heterogeneidad entre participantes.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con los programas SPSS versión 28 y R Studio 4.3.1, con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Este enfoque metodológico permitió combinar análisis exhaustivos, a fin de garantizar la validez, fiabilidad y relevancia de los resultados, lo cual facilitó interpretaciones precisas

y fundamentadas respecto a los efectos del curso MedInter en las variables estudiadas.

Aspectos éticos

La investigación respetó los principios éticos de la Declaración de Helsinki⁽²⁰⁾ y contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus (Registro N.º CEI-UCMSS-2024-087). Todos los participantes firmaron el consentimiento informado tras recibir explicación detallada sobre los objetivos, procedimientos, riesgos potenciales y beneficios del estudio. Se garantizó la confidencialidad de los datos y el derecho a retirarse en cualquier etapa de la investigación.

RESULTADOS

La comparación inicial entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) reveló homogeneidad en variables clave, lo cual garantizó la validez de la intervención. Ambos grupos presentaron acceso similar a Internet en el hogar (68,0 % vs. 65,0 %) y dominio alto de inglés (28,7 % vs. 26,2 %), sin diferencias significativas ($p > 0,050$) (ver Tabla 1).

La prueba de ANOVA reveló una interacción significativa para la precisión diagnóstica, $p < 0,001$, indicando que la mejora entre pre- y postest fue mayor en el grupo experimental que en el de control. De igual modo, el tiempo por caso mostró una interacción significativa, $p < 0,001$, lo que confirma que la reducción del tiempo fue significativamente superior en el grupo experimental. Para la confianza autopercibida, se observó una interacción grupo por momento notable, $p = 0,001$. En todos los análisis se comprobó la esfericidad con la prueba de Mauchly; cuando se vulneró, se aplicó corrección de Greenhouse-Geisser (ver Tabla 2).

El curso virtual MedInter mostró mayor efectividad en casos clínicos complejos que en comunes. Mientras

Tabla 1. Características basales de la muestra

| Variable | n = 80 | | n = 80 | | valor p * |
|---------------------------|--------------------|------|---------------|------|-----------|
| | Grupo experimental | | Grupo control | | |
| | fi | % | fi | % | |
| Acceso a Internet en casa | 54 | 68,0 | 52 | 65,0 | 0,072 |
| Dominio alto de inglés | 23 | 28,7 | 21 | 26,2 | 0,069 |
| Uso previo de simuladores | 10 | 12,5 | 8 | 10,0 | 0,062 |

* Prueba de chi-cuadrado de Pearson para muestras independientes.

Tabla 2. Impacto de la intervención en las habilidades diagnósticas

| Variable | Grupo Experimental | | Grupo Control | | Diferencia ajustada (IC 95 %) | Valor p |
|---------------------------|--------------------|-------------|---------------|-------------|----------------------------------|---------|
| | Pre | Post | Pre | Post | | |
| Precisión diagnóstica (%) | 58,4 ± 12,1 | 82,3 ± 9,7* | 59,1 ± 11,8 | 63,2 ± 10,5 | +19,8 (16,2-23,4) | < 0,001 |
| Tiempo por caso (min) | 14,2 ± 3,5 | 9,1 ± 2,1* | 13,9 ± 3,1 | 13,5 ± 2,9 | -4,3 (-5,1-3,5) | < 0,001 |
| Confianza autopercebida | 2,8 ± 0,9 | 4,1 ± 0,7* | 2,7 ± 0,8 | 3,0 ± 0,6 | +1,2 (0,9-1,5) | < 0,001 |

*Cambio intragrupo significativo ($p < 0,050$) mediante prueba t pareada.

los casos comunes pasaron de 65,0 % a 88,0 % de precisión, los complejos mejoraron de 42,0 % a 76,0 %; un salto del 81,0 % en efectividad relativa (ver Figura 1).

El análisis de regresión lineal múltiple identificó el curso virtual Medlnter como el mejor predictor de la mejora diagnóstica ($\beta = 0,67$; IC 95 % = 0,59-0,75; $p < 0,001$), seguido del dominio del inglés ($\beta = 0,18$; IC 95 % = 0,05-0,31; $p = 0,006$). Además, el acceso a Internet en el hogar no mostró una asociación significativa ($\beta = 0,09$; IC 95 % = -0,03-0,21; $p = 0,140$), lo que indica que, en entornos con recursos limitados, la calidad de la herramienta educativa puede compensar las barreras de conectividad (ver Tabla 3).

El modelo lineal mixto mostró un efecto significativo de la intervención sobre la mejora en el desempeño diagnóstico ($\beta = 3,21$; IC 95 % = 2,14-4,28, $p < 0,001$), luego de controlar por la variabilidad interindividual y la asignatura clínica cursada. No se observaron efectos aleatorios significativos en función del sexo ni del nivel previo de competencia diagnóstica ($p > 0,050$). La inclusión de términos aleatorios mejoró el ajuste del modelo ($\Delta AIC = -11,4$) (ver Tabla 4).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio revelan que el curso virtual Medlnter no solo optimizó la precisión diagnóstica de los estudiantes, sino que también redujo el tiempo requerido para resolver casos clínicos; un avance que cobra especial relevancia en un contexto donde el acceso a pacientes complejos es limitado. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que destacan el valor de las TIC como herramientas pedagógicas transformadoras.

Por ejemplo, Reyes ⁽²¹⁾, Gutiérrez et al. ⁽²²⁾ y Sainz et al. ⁽²³⁾ demostraron que las TIC incrementan la capacidad de integración de datos clínicos en el ámbito hospitalario, mientras que Ayala et al. ⁽²⁴⁾, Ferrer ⁽²⁵⁾, Reyes ⁽²¹⁾ y Vega et al. ⁽²⁶⁾ enfatizaron cómo la retroalimentación automatizada acelera el aprendizaje mediante la corrección oportuna de errores. En línea con estos trabajos, los datos obtenidos refuerzan la idea de que, incluso en entornos con restricciones tecnológicas, es posible diseñar intervenciones innovadoras que suplan carencias estructurales sin comprometer la calidad formativa.

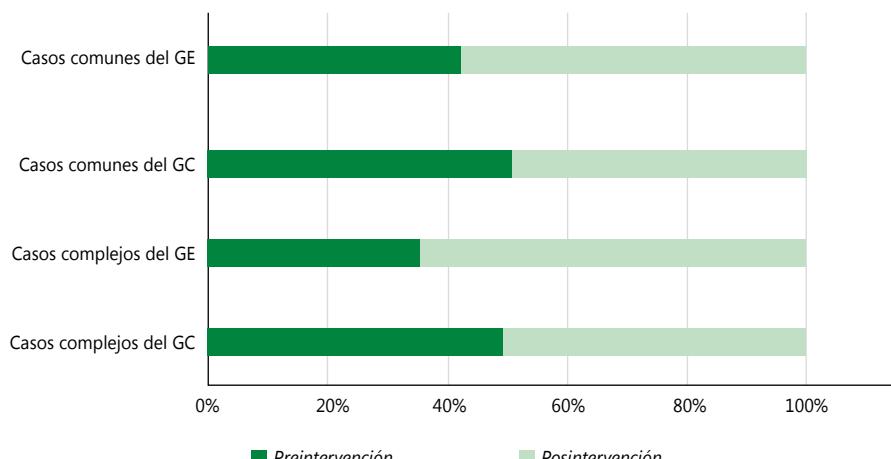


Figura 1. Mejora en precisión diagnóstica por tipo de caso en estudiantes de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus en Cuba

Tabla 3. Factores predictores del éxito diagnóstico mediante modelo de regresión lineal múltiple

| Variable | Coeficiente (β) | IC 95 % | Valor p |
|--------------------------------|-------------------------|------------|-----------|
| Uso del curso virtual MedInter | 0,67 | 0,59-0,75 | < 0,001 |
| Dominio de inglés | 0,18 | 0,05-0,31 | 0,006 |
| Acceso a Internet en casa | 0,09 | -0,03-0,21 | 0,140 |

Al contrastar estos resultados con estudios realizados en contextos de mayores recursos, emergen matices dignos de atención. Mientras autores como Zamora et al. (27), Mendoza (28) y Rojas et al. (29) asocian el éxito de las TIC a equipos de última generación o conectividad de alta velocidad, este trabajo evidencia que herramientas de bajo costo, como simuladores basados en *software libre*, pueden lograr efectos similares si se adaptan a las realidades locales. Con todo, esta observación no minimiza los desafíos identificados.

A diferencia de entornos angloparlantes, donde el dominio del inglés no representa una barrera significativa, en Cuba la habilidad lingüística mostró ser un factor moderador clave, lo cual refleja una brecha persistente en el acceso a literatura científica actualizada (29,30). Este hallazgo invita a reflexionar sobre la necesidad de políticas educativas que, sin descuidar la formación clínica tradicional, promuevan el multilingüismo como parte integral de la alfabetización digital.

Pese a estas contribuciones, es importante reconocer las limitaciones inherentes al diseño del estudio. La selección de una muestra circunscrita a un solo centro universitario, aunque representativa de la población estudiantil local, dificulta extrapolar los resultados a otras regiones con dinámicas sociotecnológicas distintas. Así mismo, el período de intervención de doce semanas, aunque suficiente para medir cambios inmediatos, no permite evaluar la retención a largo plazo de las habilidades adquiridas; un aspecto crítico para determinar la sostenibilidad de este tipo de herramientas.

No obstante, estas limitaciones no opacan las fortalezas identificadas. El curso virtual MedInter indicó ser un modelo escalable, capaz de operar con infraestructura tecnológica básica, lo que la convierte en una alternativa viable para instituciones con recursos limitados. Además, a diferencia de iniciativas previas en Cuba, centradas en la mera disponibilidad de equipos, este estudio propone un marco pedagógico estructurado que integra las

Tabla 4. Resultados del modelo lineal mixto sobre el efecto de la intervención educativa en el desempeño diagnóstico

| Efecto | Coeficiente (β) | IC 95 % | Valor p |
|---|-------------------------|-------------|-----------|
| Intervención (pretest vs. posttest) | 3,21 | 2,14 - 4,28 | < 0,001 |
| Sexo (aleatorio) | — | — | > 0,050 |
| Nivel previo de competencia diagnóstica | — | — | > 0,050 |
| Asignatura clínica (efecto fijo) | Controlado | — | — |
| Mejora del ajuste con términos aleatorios | $\Delta AIC = -11,4$ | — | — |

TIC al currículo clínico, respaldado por evidencia cuantitativa y cualitativa. Este punto de vista, alineado con los principios de equidad y universalidad del sistema de salud cubano, sugiere que la innovación tecnológica no debe entenderse como un lujo, sino como un puente hacia una educación médica más inclusiva y adaptativa.

Desde esta perspectiva, los resultados trascienden el ámbito académico para situarse en el terreno de la justicia social. En un mundo donde la brecha digital profundiza las desigualdades, demostrar que herramientas sencillas pueden empoderar a estudiantes en contextos adversos no solo valida el esfuerzo institucional, sino que también honra el legado de una formación médica centrada en el ser humano.

Se recomienda extender el estudio a otros centros de enseñanza durante un período de intervención mayor, que permita medir la retención de las habilidades adquiridas e implementar un trabajo final del curso, donde los estudiantes diseñen soluciones diagnósticas para necesidades sanitarias actuales. Así mismo, desde el componente curricular, se recomienda incorporar estrategias didácticas para el diagnóstico de enfermedades complejas, como las simulaciones y el aprendizaje basado en problemas.

Conclusiones

La aplicación del curso virtual MedInter demostró tener un impacto significativo en las habilidades diagnósticas, con un aumento del 23,9 % en la precisión diagnóstica ($p < 0,001$), una reducción de 5,1 minutos en el tiempo de resolución ($p < 0,001$) y una mayor eficiencia en casos complejos, con un aumento relativo del 81 %. En un contexto cubano con limitaciones tecnológicas, se confirma que las TIC interactivas mejoran el desempeño clínico de los estudiantes



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramos-Zaga F. Transformando la educación médica del siglo XXI: El rol de la educación médica basada en competencias. *Rev Fac Med Hum.* [Internet]. 2024 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];24(1):169-78. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312024000100169&lng=es
2. Rivera-Michelena N, Pernas-Gómez M, Nogueira-Sotolongo M. Un sistema de habilidades para la carrera de Medicina, su relación con las competencias profesionales. Una mirada actualizada. *Educ Med Super.* [Internet]. 2017 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];31(1):215-38. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412017000100019&lng=es
3. Pérez Abreu MR, Gómez Tejeda JJ, Crúz Diaz J, Diéguez Guach RA. Implementación de las tecnologías de la información y la comunicación en la asignatura Medicina Interna. *Rev Cuba Inf Cienc Salud* [Internet]. 2021 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];32(4). Disponible en: <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/1705>
4. Cervantes-López MJ, Peña-Maldonado AA, Ramos-Sánchez A. Uso de las tecnologías de la información y comunicación como herramienta de apoyo en el aprendizaje de los estudiantes de Medicina. *CienciaUAT* [Internet]. 2020 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];15(1):162-71. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i1.1380>
5. Aguilera Pupo E, Trujillo Baldoquín Y, Portuondo Hitchman OL. Estrategia curricular Tecnologías de la Información y las Comunicaciones e investigación en la carrera Medicina. *Didáctica y Educación* [Internet]. 2022 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];13(5):78-97. Disponible en: <https://revistas.ultr.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/1486>
6. García Villarroel JJ, Guzmán García P. Limitaciones de aplicabilidad de las tecnologías de la información y comunicación en las aulas virtuales de la carrera de Medicina. *OrbTer* [Internet]. 2021 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];5(9):27-48. Disponible en: <https://www.biblioteca.upal.edu.bo/htdocs/ojs/index.php/orbis/article/view/90>
7. Cherrez-Ojeda I, Vanegas E, Felix M, Mata VL, Jiménez FM, Sanchez M, et al. Frequency of use, perceptions and barriers of information and communication technologies among latin american physicians: an ecuadorian cross-sectional study. *J Multidiscip Healthc* [Internet]. 2020 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];13:259-69. <https://doi.org/10.2147/jmdh.s246253>
8. Ordóñez-Azura YG, Gutiérrez-Herrera RF, Jacobo-Baca G, Beltrán-Peñaloza P, Moncada-Mejía JF, Ruiz-Hernández F. Impacto de innovación en educación en bioética con el uso del plus y las TICS. *Rev. Méd. La Paz* [Internet]. 2021 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];27(2):17-27. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582021000200017&lng=es
9. Marrero-Pérez MD, Rodríguez-Leyva T, Águila-Rivalta Y, Rodríguez-Soto I. Las redes sociales digitales aplicadas a la docencia y asistencia médicas. *Edumecentro* [Internet]. 2020 [Consultado el 19 de noviembre de 2024];12(3). <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i1.1380>
10. Ramírez-Tamayo A. Tecnologías del aprendizaje y el conocimiento como herramienta didáctica en la gestión formativa del estudiante de Medicina [Internet]. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia; 2020 [Consultado el 12 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/183b04c8-2893-41be-94fd-51fb8e9b5303>
11. Marrero-Pérez MD, De la Torre Rodriguez M, Rodríguez-Leyva T, Rodríguez-Soto I. Las tecnologías de la información y la metodología cualitativa en salud en tiempos de COVID-19. *Humanid méd.* [Internet]. 2023 [Consultado el 12 de diciembre de 2024];23(1):e2441. Disponible en: <https://humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/2441>
12. Berenguer-Gouarnaluses JA, Vitón-Castillo AA, Tablada-Podio EM, Lazo-Herrera LA, Díaz-Berenguer A, Díaz del Mazo L. Uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones para el autoaprendizaje en estudiantes de ciencias médicas durante la pandemia de COVID-19. *Rev Cuba Inf Cienc Salud* [Internet]. 2022 [Consultado el 12 de diciembre de 2024];33. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132022000100014&lng=es
13. Estévez-Arbolay M, Pérez-García LM, Morgado-Marrero DE, Jiménez Marín O, Carmona-Pérez SM. La educación de adolescentes en higiene bucal mediada por las Tecnologías de la Información y las comunicaciones. *Gac méd espirit.* [Internet]. 2021 [Consultado el 12 de diciembre de 2024];23(3). Disponible en: <https://revgmespirtuana.sld.cu/index.php/gme/article/view/2341>
14. Jiménez-Puerto CL, Calderón-Mora Md. La competencia informacional como requisito para la formación académica en el siglo XXI. *Gac méd espirit.* [Internet]. 2020 [Consultado el 12 de diciembre de 2024];22(3). Disponible en: <https://revgmespirtuana.sld.cu/index.php/gme/article/view/2105>
15. Padilla O, González-Acosta Nd. Exigencias didácticas para la integración de las tecnologías informáticas. *Gac méd espirit.* [Internet]. 2019 [Consultado el 12 de diciembre de 2024];21(2). Disponible en: <https://revgmespirtuana.sld.cu/index.php/gme/article/view/1973>
16. Car J, Ong QC, Erlikh Fox T, Leightley D, Kemp SJ, Švab I, et al. The digital health competencies in medical education framework. *JAMA Netw Open.* 2025 [Consultado el 7 de febrero de 2025];8(1):e2453131. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.53131>
17. Kojich L, Miller SA, Axman K, Eacret T, Koontz JA, Smith C. Evaluating clinical reasoning in first year DPT students using a script concordance test. *BMC Med Educ.* 2024 [Consultado el 7 de febrero de 2025];24(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05281-w>
18. Weurlander M, Wänström L, Seeberger A, Lönn A, Barman L, Hult H, et al. Development and validation of the physician self-efficacy to manage emotional challenges Scale (PSMEC). *BMC Med Educ.* [Internet]. 2024 [Consultado el 7 de febrero de 2025];24(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05220-9>
19. Li H, Li KY, Hu XR, Hong X, He YT, Xiong HW, et al. Development and validation of the Information Literacy Measurement Scale (ILMS-34) in Chinese public health practitioners. *BMC Med Educ.* [Internet]. 2025 [Consultado el 7 de febrero de 2025];25(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06693-y>
20. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants. *JAMA* [Internet]. 2025 [Consultado el 7 de febrero de 2025];333(1):71-74. <https://doi.org/10.1001/jama.2024.21972>
21. Reyes-Hernández DL. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el proceso enseñanza-aprendizaje durante el pase de visita hospitalario. *Acta Méd Centro* [Internet]. 2023 [Consultado el 16 de febrero de 2025];17(3). Disponible en: <https://revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/1838>
22. Gutiérrez-Segura M, González-Sánchez M, Martínez-Pupo JR. Consideraciones acerca de la tecnología educativa y la educación en el trabajo en la educación médica. *CCM* [Internet]. 2023 [Consultado el 16 de febrero de 2025];27(2). Disponible en: <https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/4853>



23. Sainz Padrón L, Luna-Ceballos E, Falcón-Fonte Y, Iglesias-Rojas M. Tecnologías educativas desarrolladas para la enseñanza de la Genética en la Educación Médica Superior. Rev Cub Genética Comunitaria [Internet]. 2021 [Consultado el 16 de febrero de 2025];13(1):e96. Disponible en: <https://revgenetica.sld.cu/index.php/gen/article/view/96/160>
24. Ayala-Servín JN, Duré MA, Franco ED, Lajarthe AM, López RD, Rolón DJ, et al. Utilización de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en estudiantes universitarios paraguayos. ANALES [Internet]. 2023 [Consultado el 16 de febrero de 2025];54(1):83-92. Disponible en: <https://revistascientificas.una.py/index.php/RP/article/view/2375>
25. Ferrer-García M, Díaz-Tejera KI. Teorías del aprendizaje para una superación profesional en Tecnologías de la Información y la Comunicación. Edumecentro [Internet]. 2025 [Consultado el 16 de febrero de 2025];17(1):e2920. Disponible en: <https://revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/2920>
26. Vega-Miche ME, Morales-Batista D, Graverán-Beltrandres A. Conocimientos de los efectos nocivos de las TICS de la Escuela Latinoamericana de Medicina. Rev Panorama Cuba Salud [Internet]. 2020 [Consultado el 16 de febrero de 2025];15(1(40)):6-10. Disponible en: <https://revpanorama.sld.cu/index.php/panorama/article/view/893>
27. Zamora-Castro JC, Garay-Núñez JR, Jiménez-Barraza VG, Santos Quintero MI, Beltrán Montenegro MD. Vivencias en el uso de las tecnologías de la información y comunicación como apoyo al aprendizaje en estudiantes de Medicina en tiempos de pandemia COVID-19. Dilemas Contemp. [Internet]. 2023 [Consultado el 16 de febrero de 2025];2(10). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v2i10.3504>
28. Mendoza-Rojas H, Placencia-Medina M. Uso docente de las tecnologías de la información y comunicación como material didáctico en Medicina Humana. RIEM [Internet]. 2018 [Consultado el 16 de febrero de 2025];7(26):54-2. <https://doi.org/10.1016/j.riem.2017.04.005>
29. Rojas-Carrillo E, Benites-Godinez V, Velasco-González LE, Ramírez Corona AG, López Morán JA, Parrao Alcántara IJ, et al. Factores asociados al uso de tecnologías en información y comunicación en residentes de Medicina familiar. Rev Esp Edu Med. [Internet]. 2021 [Consultado el 16 de febrero de 2025];2(2). <https://doi.org/10.6018/edumed.485371>
30. Reyes-Flores C. Uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en estudiantes de Ciencias Médicas. Rev Cient. Estud HolCien [Internet]. 2023 [Consultado el 16 de febrero de 2025];4(2). Disponible en: <https://revholcien.sld.cu/index.php/holcien/article/view/278>

Contribución de los autores

EGV: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción y borrador original, redacción - revisión y edición.

MAAG: curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción y borrador original, redacción - revisión y edición.

JAGC: análisis formal, investigación, metodología, recursos, validación, visualización, redacción y borrador original, redacción - revisión y edición.

CLJ-P: investigación, metodología, recursos, software, validación, visualización, redacción - revisión y edición.

Fuentes de financiamiento

La investigación fue autofinanciada.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.