

Del fonendoscopio al Silicon-Scope: el ultrasonido a la cabecera como cuarto pilar de la exploración clínica

From the stethoscope to the Silicon-Scope: bedside ultrasound as the fourth pillar of physical examination

David Fernando Ortiz-Pérez^{1,2} 

Juan Diego Emiliani-Cortes^{1,2} 

Natalia Sofia Torres-Herrera³ 

Mario Enrique Montoya-Jaramillo^{1,2} 

1. Departamento de Medicina Interna, Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia.
2. Medistar – Grupo de investigación en Medicina Interna, Cartagena, Colombia.
3. Medicina general, Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia.

Información del artículo

Recibido: 04 de julio de 2022. **Evaluado:** : 09 de agosto de 2022. **Aceptado:** 16 de agosto de 2022.

Cómo citar: Ortiz-Pérez DF, Emiliani-Cortes JD, Torres-Herrera NS, Montoya-Jaramillo ME. Del fonendoscopio al Silicon-Scope: el ultrasonido a la cabecera como cuarto pilar de la exploración clínica. Rev. Navar. Medica. 2025;11(2): 60 - 65 . <https://doi.org/10.61182/rnavmed.v11n2a6>

Resumen

El examen físico ha sido durante siglos el eje de la relación médico-paciente, apoyado en la sensibilidad de los sentidos y la intuición clínica. Hoy, el advenimiento de nuevas tecnologías —en especial el ultrasonido a la cabecera del paciente (POCUS)— está ampliando ese horizonte sin desplazarlo. Este artículo revisa el papel transformador de POCUS como el cuarto pilar de la exploración clínica, junto a la inspección, palpación y auscultación, al ofrecer una ventana inmediata, segura y cuantificable al interior del cuerpo humano. Se detallan sus beneficios diagnósticos, terapéuticos y educativos en cardiología adulta y pediátrica, así como los retos para su implementación global. A través de una mirada crítica y humanista, se propone que el verdadero valor de estas herramientas no reside solo en su tecnología, sino en su capacidad de profundizar la empatía clínica, optimizar decisiones y democratizar el acceso a una medicina más precisa y cercana.

Palabras clave

Exploración física,
Diagnóstico por imagen,
inteligencia artificial,
educación médica.

Accede a este artículo en línea:

Página web:
<https://doi.org/10.61182/rnavmed.v11n2a6>

Abstract

For centuries, the physical examination has been the cornerstone of the physician-patient relationship, relying on sensory acuity and clinical intuition. Today, emerging technologies—particularly point-of-care ultrasound (POCUS)—are expanding this paradigm without replacing it. This article reviews the transformative role of POCUS as the fourth pillar of clinical assessment, complementing inspection, palpation, and auscultation by providing an immediate, safe, and quantifiable window into the human body. We detail its diagnostic, therapeutic, and educational benefits in adult and pediatric cardiology, alongside challenges for global implementation. Through a critical and humanistic lens, we argue that the true value of these tools lies not merely in their technology, but in their ability to enhance clinical empathy, optimize decision-making, and democratize access to more precise and patient-centered care.

Palabras clave

Physical examination,
Diagnostic imaging,
Artificial intelligence,
Medical education.

Autor de correspondencia:

David Fernando Ortiz-Pérez

E-mail: david.ortiz.perez94@gmail.com

Introducción

El siglo XXI ha traído consigo una convergencia sin precedentes de biología, ingeniería y ciencias de la información que está reformulando cada proceso de la atención médica. Entre impresiones tridimensionales de válvulas, algoritmos de inteligencia artificial que predicen arritmias con semanas de antelación y sensores vestibles capaces de transformar minutos de marcha en biomarcadores digitales, parecería que el estetoscopio —símbolo icónico de nuestra profesión desde que Laënnec lo ideó hace más de doscientos años— ha quedado relegado a una pieza de museo. Sin embargo, lejos de eclipsar la exploración física tradicional, las nuevas tecnologías están llamadas a potenciarla. El ejemplo paradigmático es el ultrasonido a la cabecera del paciente (point-of-care ultrasound, POCUS), que se perfila como el cuarto pilar de la evaluación clínica junto a la inspección, palpación y auscultación (1,2). En la práctica clínica, se ha evidenciado cómo un dispositivo del tamaño de un teléfono inteligente puede cambiar diagnósticos, guiar intervenciones y enriquecer el vínculo médico-paciente (3,4). Este texto explora el devenir de tales innovaciones, con énfasis en POCUS y su inminente consagración como “el nuevo estetoscopio”.

1. El giro digital de la práctica clínica

La práctica de la medicina siempre ha estado íntimamente ligada a las herramientas disponibles. El fonendoscopio, el esfigmomanómetro, los rayos X y, más tarde, la ecocardiografía doppler marcaron hitos que alteraron la forma de pensar la fisiología y la patología. Hoy presenciamos una revolución de mayor escala, impulsada por cinco vectores sinérgicos (1):

1. Miniaturización de hardware: procesadores más potentes y sensores MEMS permiten que equipos antes estacionarios quepan en un bolsillo (1).
2. Conectividad ubicua: redes 5G/6G y Wi-Fi 7 hacen posible transmitir video de alta resolución en tiempo real desde cualquier habitación (2).
3. Cómputo en la nube y “edge computing”: multiplican la capacidad de análisis de datos en el mismo punto de atención (2).
4. Inteligencia artificial (IA): redes neuronales que automatizan mediciones y detectan patrones sutiles, reduciendo la variabilidad operativa (6).
5. Participación del paciente: gracias a dispositivos vestibles y aplicaciones, el usuario genera sus propios datos fisiológicos, fomentando una medicina más participativa y longitudinal (8).

En cardiología, estos avances se traducen en esfigmomanómetros inteligentes que identifican fibrilación auricular, parches adhesivos que entregan electrocardiografía continua de doce derivaciones, softwares que reconstruyen anatomía cardíaca en 4D y catéteres de presión equipados con giroscopios (3). Cada uno aporta una pieza al rompecabezas diagnóstico; sin embargo, es el ultrasonido a la cabecera el que combina inmediatez, seguridad, reproducibilidad y bajo costo de forma más equilibrada (4).

2. De Laënnec al “silicon-scope”: evolución de la exploración física

La enseñanza clásica asigna a la exploración física cuatro maniobras secuenciales: inspección, palpación, percusión y auscultación. El estetoscopio dotó a la auscultación de un alcance insospechado, pero su interpretación sigue siendo cualitativa y dependiente de la habilidad auditiva (7). POCUS añade una quinta maniobra visual que transforma ruidos en imágenes cuantificables (1). Un soplo mesosistólico en foco aórtico se convierte en un chorro excéntrico con velocidad de 4 m/s; un murmullo diastólico revela una masa en la aurícula derecha. La percusión pulmonar del siglo XIX, destinada a discernir matices tímbricos, cede el paso a la ecografía pulmonar, capaz de detectar un derrame de 50 ml con una sensibilidad superior al 90 % (5).

Reflexionar sobre este salto epistemológico no es trivial. El ultrasonido a la cabecera no pretende suplantarse la ecocardiografía formal de laboratorio —regida por estándares de la ASE o la EACVI—, sino descender a la huella dinámica de la anamnesis: valorar *in situ* la función ventricular, la congestión venosa o el perfil hemodinámico antes de recibir siquiera los resultados de laboratorio (4). Vuelve tangible la fisiología al tacto clínico.

3. Génesis y maduración del POCUS

Los primeros equipos portátiles de ultrasonido surgieron en la década de 1990 y pesaban más de 2 kg; requerían un carrito y baterías de breve duración. Gracias a transductores micromecanizados y front-ends digitales de banda ultraancho, hoy disponemos de sondas “all-in-one” que se conectan por USB-C o Wi-Fi a cualquier smartphone, alimentadas por la batería del dispositivo anfitrión (1).

El coste ha caído en picado: de 30,000 USD a menos de 2,000 USD, con modelos de suscripción que reducen la barrera de entrada para hospitales rurales y consultorios de atención primaria (2).

Paralelamente, las principales sociedades científicas —American College of Cardiology, European Society of Cardiology, American Society of Echocardiography— emitieron declaraciones de consenso que legitiman su uso dirigido: evaluar la fracción de eyección, identificar taponamiento cardíaco, estimar la presión venosa central mediante la cava inferior, valorar la severidad de la regurgitación valvular o cuantificar el edema pulmonar por B-lines (4). Incluso la OMS incluyó la ecografía portátil en la Lista Modelo de Dispositivos Médicos Esenciales (2022), reconociéndola como instrumento primario al igual que el fonendoscopio (7).

4. Impacto clínico específico en cardiología

4.1 Diagnóstico y estratificación temprana

En urgencias, un algoritmo abreviado puede confirmar insuficiencia cardíaca aguda en menos de cinco minutos: vena cava colapsable < 20 %, patrón C en bases pulmonares y ventrículo izquierdo hiperdinámico orientan hacia etiología no cardiogénica; cava distendida > 20 %, B-lines difusas y función sistólica deprimida apuntan a congestión poscarga (3). Estudios multicéntricos reportan reducciones del 25 % en tiempo a diuréticos y del 17 % en hospitalización cuando intervienen equipos entrenados en POCUS (3,4).

4.2 Monitorización hemodinámica no invasiva

En unidades de cuidados intensivos, la cuantificación seriada del índice de colapso de la cava y del flujo de salida del ventrículo izquierdo actúa como brújula para la reposición hídrica o la administración de vasopresores, reduciendo la necesidad de catéter de arteria pulmonar en hasta un 40 % (1,6).

4.3 Procedimientos guiados

El acceso venoso yugular, las pericardiocentesis y las biopsias endomiocárdicas ganan seguridad al ser guiadas en tiempo real. Se documenta una disminución de complicaciones mayores del 69 % al 14 % en pericardiocentesis cuando se utiliza ecografía continua (6,4).

4.4 Educación del paciente

Mostrar al paciente su propio corazón latiendo refuerza la adherencia terapéutica; magnifica la comprensión de patologías asintomáticas como la hipertensión pulmonar o la miocardiopatía hipertrófica obstructiva (8).

5. Relevancia en cardiología pediátrica y neonatal

Como cirujano y cardiólogo pediátrico, el usuario sabe que la fisiología neonatal desafía los supuestos adultocéntricos. POCUS detecta conductos arteriosos persistentes, gradientes postductales y disfunción ventricular derecha secundaria a hipertensión pulmonar con exquisita sensibilidad y sin sedación (9). En la UCIN, su realización diaria evita la radiación de múltiples radiografías de tórax para controlar derrames pleurales o la posición de líneas centrales (10). La monitorización en tiempo real del flujo pulmonar ha demostrado reducir la morbilidad asociada a la transición hemodinámica postnatal (9).

6. Integración curricular y competencias

El advenimiento de POCUS supone repensar los planes de estudio. No basta con incluirlo como módulo electivo; debe permear anatomía, fisiología, semiología y rotaciones clínicas (7):

- **Nivel I — Observación:** familiarización con la imagen 2D; distinguir anatomía básica.
- **Nivel II — Adquisición dirigida:** protocolos estandarizados de cuatro y dos cámaras, eje corto para fracción de eyección.
- **Nivel III — Interpretación clínica:** correlación con hallazgos de laboratorio, auscultatorios y radiológicos; capacidad de elaborar informe estructurado.
- **Nivel IV — Intervención:** guiar procedimientos y tomar decisiones terapéuticas inmediatas basadas en hallazgos dinámicos.

Los programas de residencia que adoptaron currículos longitudinales de POCUS observaron un incremento del 30 % en la precisión diagnóstica de cardiopatías estructurales y una reducción significativa en falsos positivos de congestión pulmonar, traducida en menor uso de diuréticos (7,10).

7. Retos para su implementación global

1. **Estándares de acreditación.** Pese a la abundancia de cursos express, se precisa una certificación internacional con criterios de volumen, dificultad de casos e interpretación asistida (7).
2. **Interoperabilidad.** Los dispositivos generan datos en formatos propietarios; la falta de integración con historias clínicas electrónicas complica la trazabilidad (2).
3. **Sobrediagnóstico y curva de aprendizaje.** La detección de incidentalomas o el incorrecto manejo de artefactos puede provocar cascadas diagnósticas innecesarias (6).
4. **Financiamiento y logística.** En entornos de bajos recursos, el costo inicial compite con vacunas y antibióticos esenciales. Modelos de arrendamiento y programas de donación son alternativas (1).
5. **Aspectos ético-legales.** ¿Quién es responsable de un diagnóstico omitido si se dispone del dispositivo, pero no se aplicó? Nuevas pólizas de seguro médico-legal deberán reflejar esta realidad.

8. Sinergias con inteligencia artificial y realidad aumentada

El salto cualitativo próximo provendrá de la fusión entre POCUS e IA. Algoritmos de segmentación automática delinean el endocardio y calculan la fracción de eyección con un error $< 5\%$ (6). Otros identifican patrones sutiles de miocardiopatía amiloide mediante fingerprinting de textura y hacen flag para estudios cardiológicos formales (2). Con realidad aumentada, la imagen ecográfica puede proyectarse sobre el tórax del paciente, alineada con marcadores anatómicos, facilitando la orientación espacial de residentes en entrenamiento (10). Todo esto se completa con cloud computing: las imágenes se suben de manera anónima a la nube, se procesan en segundos y regresan con un informe preliminar, acortando la cola de lectura en laboratorios saturados (1).

9. Implicaciones humanísticas

Paradójicamente, la tecnología que parece interponer pantallas entre médico y paciente refuerza el contacto. Al realizar el ultrasonido a la cabecera, el clínico se sienta junto al enfermo, comparte la pantalla, explica el latido en vivo. La visita se transforma en un acto colaborativo de descubrimiento (5,8). El gesto de colocar el transductor sobre el precordio recuerda la mano de Osler sobre la muñeca del febril: un diálogo empático guiado por la imagen.

10. Visión prospectiva

A corto plazo (2025-2030) veremos la adopción universal de POCUS en servicios de urgencias y cardiología, con políticas que exijan registro de imágenes clave en historias clínicas (3,4). A medio plazo (2030-2040), el descenso de costos permitirá que médicos de familia y enfermeros especializados lo utilicen en zonas rurales, cerrando brechas de acceso (1,8). A largo plazo, los smartphones incluirán transductores piezoeléctricos integrados y la distinción entre “exploración física” y “imágenes” se volverá difusa: inspeccionar será sinónimo de escanear (6).

Conclusión

El ultrasonido a la cabecera del paciente representa una continuidad evolutiva de la exploración física, no su disrupción. Añade la dimensión visual y cuantitativa a los sentidos clásicos, haciéndonos más precisos sin deshumanizar el acto médico. En cardiología —tanto adulta como pediátrica— ya no se trata de un lujo, sino de una responsabilidad ética: diagnosticar antes, intervenir con seguridad y explicar con claridad. Las nuevas tecnologías, lejos de sustituirnos, amplifican nuestra capacidad de cuidar. El reto no es tecnológico sino pedagógico y organizativo: dotar a cada clínico de la formación, el juicio y los recursos para integrar POCUS como pilar inseparable de la semiología moderna. Cuando dentro de unas décadas un estudiante coloque en su bata un pequeño transductor junto al fonendoscopio, recordará que nuestra generación fue la bisagra que alumbró la era del silicon-scope, donde la imagen latió al compás del estetoscopio para seguir salvando corazones.

Conflicto de intereses:

No existen conflictos de intereses en el presente documento.

Referencias

1. Torres-Macho J, Aro T, Bruckner I, Cogliati C, Gilja OH, Gurghean A, et al. Point-of-care ultrasound in internal medicine: A position paper by the ultrasound working group of the European federation of internal medicine. *Eur J Intern Med.* 2020;73:67–71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2019.11.016>
2. Ma IWY, Cogliati C, Bosch FH, Tonelli de Oliveira AC, Arienti V, Blans MJ, et al. Point-of-Care Ultrasound for Internal Medicine: An international perspective. *South Med J.* 2018;111(7):439–443. doi: <https://doi.org/10.14423/SMJ.0000000000000828>
3. Fraleigh CDM, Duff E. Point-of-care ultrasound: An emerging clinical tool to enhance physical assessment. *Nurse Pract.* 2022;47(8):14–20. doi: <https://doi.org/10.1097/01.NPR.0000841944.00536.b2>
4. Olszynski P, Heslop C, Atkinson P, Lewis D, Kim DJ, Pham C, et al. Ultrasound at the point of care - Grown up and moving out! *CJEM.* 2020;22(1):1–2. doi: <https://doi.org/10.1017/cem.2019.448>
5. Lee L, DeCara JM. Point-of-care ultrasound. *Curr Cardiol Rep.* 2020;22(11):149. doi: <https://doi.org/10.1007/s11886-020-01394-y>
6. Krvavac A, Gorthi R, Minoff J, Subramaniyam R. Point of Care Ultrasound. In: *Procedures and Protocols in the Neurocritical Care Unit.* Springer; 2022. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90225-4_11
7. Calderon Martinez E, Diarte E, Othon Martinez D, Rodriguez Reyes L, Aguirre Cano DA, Cantu Navarro C, et al. Point-of-Care ultrasound for the diagnosis of frequent cardiovascular diseases: A review. *Cureus.* 2023;15(12):e51032. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.51032>
8. Lu JC, Riley AF, Conlon T, Levine JC, Kwan C, Miller-Hance WC, et al. Recommendations for cardiac Point-of-Care ultrasound in children: A report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2023;36(3):265–277. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.11.010>
9. Olgers TJ, Ter Maaten JC. Point-of-care ultrasound curriculum for internal medicine residents: what do you desire? A national survey. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):30. doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-020-01949-4>
10. Dhir A, Bhasin D, Bhasin-Chhabra B, Koratala A. Point-of-Care ultrasound: A vital tool for anesthesiologists in the perioperative and critical care settings. *Cureus.* 2024;16(8):e66908. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.66908>