

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA DE MEDICINA**



**“Análisis de experiencia de los profesionales de la salud en el servicio de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia con respecto al uso del POCUS (“Point of care UltraSonography”) en la optimización del abordaje de casos clínicos, para valorar la necesidad de uso por parte del médico general, durante el tercer cuatrimestre 2023”**

**NOMBRE DE LAS SUSTENTANTES**

**Gabriela de los Ángeles Vega Parra**

**Isis Karolina Vega Vega**

**TUTOR**

**Dr. Alejandro Moya Álvarez**

**AÑO 2023**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA**

## I. RESUMEN

La ecografía point-of-care (POCUS) es una técnica de ultrasonido realizada en el punto de atención del paciente por el médico o profesional de salud que lo atiende. A diferencia de la ecografía convencional, que se realiza en departamentos de radiología, el POCUS se lleva a cabo en lugares como salas de emergencias, unidades de cuidados intensivos o consultorios.

El POCUS proporciona imágenes en tiempo real de diversas partes del cuerpo, lo que ayuda en el diagnóstico rápido de condiciones médicas, la guía de procedimientos y el seguimiento de la respuesta al tratamiento. Se utiliza en variedad de situaciones clínicas, como en emergencias para diagnosticar afecciones potencialmente mortales, en procedimientos para mejorar su precisión y seguridad, y en la evaluación de órganos internos como el corazón, los pulmones, el hígado y los riñones.

En resumen, el POCUS es una herramienta versátil y efectiva que ha revolucionado la práctica clínica y diagnóstica al proporcionar información diagnóstica rápida y en tiempo real en el lugar donde se encuentra el paciente, lo que mejora los resultados de la atención médica.

## **Abstract**

Point-of-care ultrasound (POCUS) is an ultrasound technique performed at the patient's point of care by the doctor or health professional who cares for the patient. Unlike conventional ultrasound, which is performed in radiology departments, POCUS is performed in places such as emergency rooms, intensive care units, or offices.

The pocus provides real-time images of various parts of the body, which helps in rapid diagnosis of medical conditions, guidance of procedures and monitoring response to treatment. It is used in a variety of clinical situations, such as in emergencies to diagnose life threatening conditions, in procedures to improve their accuracy and safety, and in the evaluation of internal organs such as the heart, lungs, liver and kidneys.

In summary, POCUS is a versatile and effective tool that has revolutionized clinical and diagnostic practice by providing rapid and real time diagnostic information where the patient is, which improves the results of medical care.

## II. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro tutor el doctor Alejandro Moya Álvarez, por la paciencia y el asesoramiento para corregirnos y guiarnos en este proceso.

A nuestros cuerpos que nos permitieron poder sobrellevar tanto estrés, a Dios que, nunca nos soltó la mano.

Dentro de este largo proceso de formación, extendemos un fuerte agradecimiento a todos los profesores que dejaron una huella en nosotras, que nos guiaron y enseñaron con amor y dedicación.

A nuestras familias que, siempre creyeron en nosotras muchísimo más de lo que nosotras creíamos, gracias infinitas por las palabras de aliento y nunca permitirnos rendirnos cuando el agotamiento y cansancio mental eran más fuertes.

### III. DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios, por permitirme terminar, por haberme dado la fortaleza de seguir y nunca rendirme, a mis padres Karla, Oلمان, Diego, por ser mi apoyo en las buenas y en las malas, por creer en mí, a Gabriela, por ser ese apoyo incondicional desde el inicio hasta el día de hoy, por impulsarme a seguir y mejorar, a Lokito por ser mi compañía de estudio, desvelo, por nunca dejarme sola, por impulsarme a dar lo mejor de mí. Finalmente, a todas las personas que, de una forma u otra han formado parte de este proceso por el apoyo brindado en este proceso.

Isis Karolina Vega Vega

Este trabajo de investigación se lo dedico a Dios, principalmente, a mí abuela Margarita que, aunque hace varios años partió de este espacio terrenal, los recuerdos coleccionados aun me siguen dando fuerzas para cumplir mis sueños, a mis papás por ser fuente de apoyo en este proceso. Y a mi pareja Axel que, sin él sin duda alguna no hubiera llegado ni a la mitad de este camino, por ser mi pilar fundamental, mi muro de los lamentos y mi porrista más incondicional.

A mí hermano que, siempre ha estado para mí con sus múltiples palabras de apoyo.

A mí padre que, fue la fuente principal para poder lograr este objetivo que, aunque el camino ha estado lleno de dificultades y cuesta arriba, hemos logrado avanzar.

A mi amiga Karin que, ha sido más que un apoyo incondicional se ha convertido en mi motivadora privada.

A mis perritos, que fueron compañeros fieles en las horas de horas en mi escritorio para culminar esta tesis.

Gabriela De Los Ángeles Vega Parra

#### IV. TABLA DE CONTENIDOS

## Tabla de contenido

I. RESUMEN .....	II
II. AGRADECIMIENTOS .....	IV
III. DEDICATORIA .....	V
IV. TABLA DE CONTENIDOS.....	VI
V. LISTA DE TABLAS .....	IX
VI. LISTA DE FIGURAS .....	X
VII. LISTA DE GRÁFICOS .....	XI
VII. LISTA DE ABREVIATURAS .....	XII
<b>CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
<b>I. OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.3.3 Identificar la experiencia de los médicos generales con respecto al uso de la tecnología POCUS en el servicio de emergencias en el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, en el tercer cuatrimestre del 2023. ....	6
1.3.4 Describir el uso del POCUS en la optimización del tiempo de respuesta y toma de decisiones en emergencias médicas por parte de los médicos generales en el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, en el tercer cuatrimestre del 2023.....	6
1.3.5 Valorar la necesidad del manejo POCUS en médicos generales que se desempeñen en servicios de emergencias, para la optimización del abordaje.....	6
del paciente en el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, en el tercer cuatrimestre del 2023.....	6
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	7
1.5 Antecedentes.....	11
1.5.1 Antecedentes históricos: .....	11
1.5.2 Antecedentes nacionales:.....	11
III Antecedentes internacionales:.....	12
II MARCO TEÓRICO .....	15
Historia del ultrasonido .....	16
<b>2.3 Definición y Principios físicos del ultrasonido. ....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Frecuencia del sonido. ....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Sonido.....</b>	<b>17</b>

<b>3.3</b>	<b>Aplicaciones del US (patologías que se pueden Diagnosticar)</b> .....	24
III.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	49
<b>3.1</b>	<b>Tipo de investigación</b> .....	50
<b>3.6</b>	<b>Fuentes de información</b> .....	54
<b>3.7</b>	<b>Criterios de inclusión y exclusión</b> .....	55
4.7	Análisis de los resultados.....	57
5.7	Conclusiones y recomendaciones .....	78
6.7	Referencias bibliográficas.....	83
	Bibliografía.....	84
7.7	Anexos .....	85

## V. LISTA DE TABLAS

## VI. LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Gamma de frecuencias.	pág. 26
<b>Figura 2:</b> Relación entre penetrancia y resolución.	pág. 26
<b>Figura 3</b> Tipos de transductores.	pág. 28
<b>Figura 4</b> Reflexión, dispersión, refracción y transmisión.	pág. 28
<b>Figura 5</b> Modos de ecografía.	pág. 29
<b>Figura 6</b> Ventana para esternal izquierdo eje largo	pág. 53
<b>Figura 7</b> Ventana para esternal izquierda eje corto	pág. 54
<b>Figura 8</b> Ventana sub xifoidea	pág. 54
<b>Figura 9</b> Evaluación bomba.	pág. 56
<b>Figura 10</b> Evaluación de tanque	pág. 56
<b>Figura 11</b> Evaluación de tuberías	pág. 57
<b>Figura 12</b> Uso del ultrasonido en diferentes especialidades	pág. 74

## VII. LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	pág. 62
<b>Gráfico 2</b>	pág. 70
<b>Gráfico 3</b>	pág. 71
<b>Gráfico 4</b>	pág. 75

## VII. LISTA DE ABREVIATURAS

**FAST:** Focused assessment with sonography in trauma.

**POCUS:** Point of care ultrasound o ultrasonido al pie de la cama por sus siglas en Inglés.

**RT-PCR:** Reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa.

**US:** Ultrasonido.

**TVP:** Trombosis venosa profunda.

**TC:** Tomografía axial computarizada.

**COVID-19:** Coronavirus 19.

**CR:** Costa Rica

**TVP:** Trombosis venosa profunda.

**AAA:** Aneurisma de aorta abdominal.

**OBGYN:** Obstetricia y ginecología.

**RM:** Resonancia magnética.

**AIUM:** Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina

**FEEL:** Focused Echocardiographic Evaluation in Life Support” (Ecocardiografía dirigida a la Evaluación del Soporte Vital).

**ACES:** Abdominal and Cardiac Evaluation with Sonography in Shock

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El estudio tiene como objetivo analizar la experiencia de los profesionales de la salud en el servicio de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia con respecto al uso de la ecografía en el punto de atención (POCUS) en la optimización del abordaje de casos clínicos, para la identificación de sus aplicaciones en el médico general la optimización del abordaje de casos clínicos, para la identificación de sus aplicaciones en el médico general durante el tercer cuatrimestre del 2023.

Se buscará identificar la experiencia de los profesionales de la salud en el uso de tecnología POCUS en el servicio de emergencias, y si ese médico general conoce los cursos disponibles para capacitarse en él y cómo este instrumento sería apoyado en su labor diaria. Al mismo tiempo describir el uso del POCUS en la optimización del tiempo de respuesta y toma de decisiones en las emergencias médicas por parte de los profesionales de la salud. Teniendo como propósito valorar la necesidad del manejo POCUS en médicos generales que se desempeñen en servicios de emergencias para la optimización del abordaje del paciente.

El primer uso del ultrasonido se llevó a cabo en 1942, cuando el neurólogo y psiquiatra austriaco Karl Theodore Dussik intentó visualizar estructuras como ventrículos y tumores cerebrales con un dispositivo ultrasonográfico primitivo.<sup>2</sup>

Sin embargo, fue hasta la década de 1970 cuando se integró el US en la práctica clínica, como una herramienta para evaluar en tiempo real a pacientes de trauma en sala de emergencias, acuñándose el termino FAST (focused assesment whit sonography in trauma) a inicios de la década de 1990. Posterior a esta década, es cuando el POCUS toma mayor relevancia y se expande su aplicación clínica para la valoración pulmonar y en la guía de procedimientos invasivos, como la colocación de catéteres venosos centrales.<sup>2</sup>

Se denomina POCUS ‘Point of care ultrasound’ o ‘ultrasonido al pie de la cama’, y este corresponde a la ecografía empleada por el médico no radiólogo junto al paciente, en tiempo real, e interpretada en el punto de atención como su nombre en inglés así lo indica.<sup>3</sup>

El POCUS es muy sensible, seguro, no invasivo, breve, económico y desplazable. Además, tiene menor costo en comparación con otros estudios de imagen como la resonancia

magnética o una tomografía axial computarizada. Otra de sus ventajas consiste en la disminución de los riesgos que puede sufrir el paciente ante su uso, ya que uno de los principios de la medicina se basa en la expresión del latín “primum non nocere”, es decir, el no hacer daño al paciente.<sup>3</sup>

El objetivo del ultrasonido en el punto de atención es una forma de ecografía rápida, no de modo sistemático como lo hacen los radiólogos, tampoco se pretende sustituirla, es útil en la detección temprana de las patologías, siendo de gran importancia no generar más listas de espera para un estudio diagnóstico y de la misma manera poder someter al paciente a un seguimiento de su patología o condición en tiempo real, además es de gran relevancia la adecuada capacitación de los profesionales, para un adecuado reconocimiento de las estructuras e imágenes proporcionadas por el POCUS, para así brindar un criterio diagnóstico siempre y cuando el caso así lo amerite.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los médicos son su propia herramienta de trabajo, tanto con sus conocimientos y destrezas como con su dedicación y amor por el paciente, pero en la mayoría de los casos clínicos a los que se enfrentan día con día ameritan acudir a la tecnología o a dispositivos que guíen sus conocimientos, para poder abordar al paciente de la manera más acertada posible. Teniendo en cuenta los grandes costos que conlleva el no diagnosticar adecuadamente un paciente o lo desgastante que es llevar a un paciente a convertirse en poli consultante debido a que no se le ha brindado la atención ni la aplicación de la medicina que ha requerido.

Siendo los procedimientos terapéuticos y de diagnóstico guiados por imágenes un pilar fundamental, ágil y eficiente en la práctica clínica contemporánea para la reducción de morbilidad y mortalidad del paciente, con ello mejorar la seguridad, la eficacia del operador y el alivio inmediato de los síntomas<sup>1</sup>. Tener tecnología de alta calidad que aporta grandes beneficios al desempeñarse como médico no serán suficientes si el personal no está capacitado y familiarizado con el equipo o no ha tenido acceso a ellos para desarrollar experiencia en su manejo y aplicación.

Justo ahí radica la importancia de las palabras «point of care», que no es una prueba diagnóstica dicotómica, sino un medio que permite ofrecerle al paciente una evaluación instrumentada global dirigida a la toma de decisiones, tal como la exploración física lo ha ofrecido a lo largo de la historia.<sup>18</sup>

La tecnología POCUS ha logrado grandes avances en las últimas dos décadas y ha mejorado su practicidad en la práctica clínica.<sup>16</sup> Su uso por parte de los médicos generales ha logrado agilizar los tiempos de espera y el diagnóstico de los pacientes, evitando con esto saturar los servicios de radiología

Es relevante recordar que el POCUS es operador dependiente, debido a esto es relevante que el médico general que se desempeña en un servicio de emergencias obtenga experiencia y habilidad para la aplicación de este. Evitando la necesidad de recurrir a un radiólogo y con esto alargando el tiempo de diagnóstico y abordaje terapéutico del paciente.

Debido a lo anterior surge la siguiente interrogante, ¿Cómo se relaciona la experiencia de los médicos generales en el servicio de emergencias del Hospital Calderón Guardia con respecto al uso de la tecnología POCUS y la necesidad de su aplicación para la optimización del abordaje de los casos clínicos, durante el tercer cuatrimestre del 2023?

## I. OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la experiencia de los profesionales de la salud en el servicio de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia sobre el uso de la tecnología POCUS al optimizar el abordaje de casos clínicos, para identificar sus aplicaciones en el médico general; en el tercer cuatrimestre 2023.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.3 Identificar la experiencia de los médicos generales con respecto al uso de la tecnología POCUS en el servicio de emergencias en el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, en el tercer cuatrimestre del 2023.

1.3.4 Describir el uso del POCUS en la optimización del tiempo de respuesta y toma de decisiones en emergencias médicas por parte de los médicos generales en el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, en el tercer cuatrimestre del 2023.

1.3.5 Valorar la necesidad del manejo POCUS en médicos generales que se desempeñen en servicios de emergencias, para la optimización del abordaje del paciente en el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, en el tercer cuatrimestre del 2023.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

"El concepto de 'estetoscopio por ultrasonido' está pasando rápidamente de lo teórico a la realidad"<sup>5</sup>.

Lograr comprender el contexto vigente de la medicina moderna sería un poco difícil sin las innovaciones y controversias del ejercicio de la medicina en el pasado. Las herramientas utilizadas en la exploración física convencional han tenido su curva de utilidad y vigencia. Es evidente que la auscultación a través de un estetoscopio de Pinard tuvo que existir para que después existiera el estetoscopio moderno o el Doppler para la auscultación fetal. Así, la tecnología en la planificación clínica avanza conforme se modifican las necesidades, como en un tipo de “prueba y error”.<sup>18</sup>

Abordar a un paciente y poder diagnosticarlo va de la mano con el conocimiento y experiencia del médico, en ocasiones las destrezas del médico y las herramientas básicas como el estetoscopio o un buen examen físico guían a la causa principal que está agobiando al paciente, pero, no siempre la medicina es tan precisa y fiable, en muchas ocasiones se requiere acudir a la tecnología para poder estudiar al paciente de una forma más dirigida y exhaustiva, para lo que en diversos casos, dichos estudios se requiere de especialistas, conllevando a largos tiempos de espera, sumado a sufrimiento del paciente con síntomas incluso agravados por no abordarse tempranamente, es por ello que para un médico general que se desempeñe en un servicio de emergencias sería de gran utilidad manejar tecnología para la cual está autorizado según el Colegio de Médicos de Costa Rica, siendo el POCUS tecnología de fácil aplicación que con su debida capacitación y práctica puede generar grandes cambios a la hora de abordar a los pacientes.

Por muchos años, el examen físico fue dividido en cuatro secciones llamadas inspección, palpación, percusión y auscultación, sin embargo, en Norte América y Canadá han comenzado una acelerada transición hacia la inclusión de un quinto pilar en sus programas curriculares de pregrado y posgrado: el ultrasonido.<sup>22</sup>

El ultrasonido con su portabilidad actual permite su uso en ambientes no convencionales distantes a una sala de radiología, limita el uso de radiación ionizante y

permite diagnosticar en tiempo real y frecuentemente con mayor seguridad que a través de la evaluación semiológica un cierto número de patologías limitadas.<sup>23</sup>

La ecografía en el punto de cuidado, ecografía al pie de la cama o ecografía clínica se define como una exploración ecográfica a la cabecera del paciente, orientada por objetivos, que se realiza por el profesional sanitario para dar respuesta a una duda diagnóstica específica o para guiar la realización de una técnica invasiva. Su uso se ha extendido en la práctica médica debido a la evolución de los grandes y aparatos ecógrafos a equipos pequeños, portátiles, de menor costo y mejor resolución.<sup>17</sup>

El uso de POCUS en atención primaria está aumentando porque reduce el costo, la exposición a la radiación, los retrasos en las imágenes, aumenta la satisfacción del paciente y con esto su diagnóstico oportuno. POCUS también ha demostrado utilidad en entornos de recursos limitados, donde un paciente se tendría que trasladar de horas a días para realizarse un estudio radiológico sumando los tiempos de espera que pueden ir de meses e incluso años, bajo la seguridad social. La instrucción de POCUS está aumentando en los programas de residencia en medicina familiar y existen recursos para los médicos en ejercicio. Sin embargo, el uso generalizado de POCUS está limitado a los médicos que tienen entrenamiento en el mismo.<sup>4</sup>

El ultrasonido es un método objetivo que aumenta la confianza del clínico en el manejo médico o quirúrgico establecido. Además, influye positivamente en la toma de decisiones médicas, como, por ejemplo, define si el paciente debe ser referido a un especialista de la consulta externa o si amerita hospitalización inmediata. Esto quiere decir que, es un sistema de clasificación y estratificación, pues determina si el paciente requiere atención más especializada o incluso un manejo intrahospitalario, estratificando el riesgo y posibles complicaciones.<sup>3</sup>

El POCUS es, quizás, la herramienta diagnóstica cuya popularidad y uso presenta un mayor crecimiento en los últimos años, esto por su seguridad y rapidez, no obstante, es una prueba operador dependiente, por ello su aplicabilidad y utilidad instan a un entrenamiento

sistemático, para la adquisición de conocimientos teóricos y un adecuado desarrollo de habilidades prácticas, bajo la supervisión de profesionales en radiología.<sup>22</sup>

Las habilidades de ultrasonografía dependen en gran medida del operador. Asimismo, los requerimientos de formación necesaria para obtener la competencia suficiente pueden variar considerablemente entre cada médico. Por consiguiente, es poco probable que se pueda establecer un número de exámenes requeridos antes de la práctica independientemente sea una medida suficiente de competencia o no. Debido a que una habilidad insuficiente podría contribuir a conclusiones diagnósticas erróneas y poner en peligro la atención del paciente, por lo que se requiere una evaluación basada en competencias para garantizar que los médicos competentes realicen la ecografía aguda de forma independiente.<sup>24</sup>

Lamentablemente en muchas ocasiones los médicos generales desconocen de este dispositivo, o simplemente no disponen del mismo y someten al paciente a un estudio radiológico que amerita un especialista y el reporte de este, llevando a más consumo de recursos humanos como materiales, sin dejar de lado el desgaste del paciente que ya por sí solo la sintomatología lo está tratando mal, agregándole desplazarse de un lado al otro con dolor, sin compañía, esperando a realizarse un examen que pudo haber durado minutos, si el médico general que lo atendió inicialmente hubiese contando tanto con el equipo POCUS como con las destrezas para realizarlo e interpretarlo.<sup>3</sup>

Varios estudios indican que POCUS es más rentable y eficiente en términos de tiempo que la ecografía tradicional para obtener datos que pueden disminuir la duración de la estancia en el departamento de urgencias. La implementación de POCUS para una amplia gama de condiciones clínicas en la práctica médica general ha llevado a una reducción mensurable en las referencias a centros de segundo y tercer nivel de atención, así disminuyendo las agendas saturadas en estos ámbitos.<sup>1</sup>

POCUS es un método de evaluación en el que se acerca el ultrasonido al paciente y se utiliza como una extensión del examen físico y las imágenes en tiempo real pueden correlacionarse inmediatamente con la sintomatología del paciente e incluso poder

monitorear su condición y evolución. Es utilizado por diversas especialidades en múltiples situaciones y se puede dividir en tres aspectos principales: aplicaciones intervencionistas, diagnósticas y de detección.<sup>15</sup>

En este proyecto se buscará justificar la importancia del POCUS y hacer de carácter indispensable la capacitación para el uso de este dispositivo para todo aquel médico general, que labore en un servicio de emergencias, aunado a que haya equipo POCUS disponible para utilizarlo cuando la clínica del paciente y el criterio médico así lo ameriten.

Se considera esta investigación apta y viable para desarrollarse, tomando en cuenta que se cuenta con los materiales, los recursos económicos y humanos para poder llevarla a cabo, buscando la mejora constante del desempeño del médico general y consecuentemente el pronóstico del paciente.

## 1.5 Antecedentes

En esta investigación se hizo una revisión bibliográfica sobre tesis que aportaran información o que se relacionaran al tema por desarrollar en este trabajo de investigación, a nivel nacional e internacional, como resultado sí se encontraron tesis con relación al tema que brindaron una visión más clara y una guía sobre el POCUS.

### 1.5.1 Antecedentes históricos:

Tras indagaciones a nivel local correspondiente a la Universidad Internacional de las Américas, no se encontraron investigaciones similares con respecto al tema por desarrollarse en esta investigación.

### 1.5.2 Antecedentes nacionales:

En cuanto a nivel nacional respecta, se encontraron los siguientes antecedentes, en donde se habla de la aplicación de POCUS, para beneficiar las zonas rurales acortando listas de espera y, por otro lado, el beneficio del POCUS en el manejo de vía aérea beneficiando la permeabilidad de la vía aérea.

Se analizará la aplicación del POCUS, para la población de Talamanca, para la aplicación diagnóstica, la cual aumentó la capacidad resolutive, no aumentó las listas de espera y además dio acceso a la atención de pueblos lejanos. En CR en el 2019, Teyshell M. Simpson Johnson, publica el trabajo de especialidad de grado titulado: “Análisis del aporte del POCUS a la población atendida en la consulta de medicina familiar y comunitaria en el área de salud de Talamanca, en el primer semestre del 2019”.

Se establece el uso del POCUS para el manejo de vía aérea para los servicios de anestesiología. En Costa Rica, en el 2021, Angie Blanco Cruz, ubica el trabajo de especialidad de grado, titulado: Aplicaciones de la ultrasonografía en el punto de atención (POCUS) en el manejo anestésico de la paciente obstétrica. Uno de los primeros trabajos realizados sobre el tema del abordaje del POCUS fue en el año 2015 por Carvajal y Pardo, su trabajo “Ultrasonido en el punto de atención en un escenario rural con recursos limitados”. Se menciona que este ultrasonido está enfocado en el punto de atención con la idea de complementar la evaluación y razonamientos clínicos para poder brindar un mejor

tratamiento en situaciones específicas, en especial en las que hay limitación en el traslado al paciente, por lo que adquiere gran relevancia en medios de baja disponibilidad de recursos como muchas de las zonas rurales debido a su accesibilidad, portabilidad, seguridad y confiabilidad. También, el autor recalca que, desde el aspecto económico, este ultrasonido es una herramienta accesible, surgiendo relevancia en escenarios de recursos limitados.

Por otro lado, la autora Simpson, en el año 2019, menciona en su trabajo “Análisis del aporte del POCUS a la población atendida en la consulta de Medicina Familiar y Comunitaria, en el área de salud de Talamanca, en el primer semestre del 2019” sobre los beneficios del POCUS en las distintas áreas de la salud. Menciona que este ultrasonido no requiere de extensas horas para su aprendizaje, lo puede realizar cualquier médico que sepa utilizar el aparato por lo cual no existe discriminación según especialidad médica o quirúrgica, y ello lo convierte en una herramienta muy útil y accesible. Además, al no necesitar a un médico radiólogo, contribuye a disminuir las listas y el tiempo de espera de los pacientes para el estudio y brinda una mejor atención al usuario. Como resultado, le da gran potencial para diagnosticar patologías en lugares de recursos limitados que no cuentan con un equipo médico o laboratorio como en los hospitales centrales.

La relación de estos trabajos con el actual es muy estrecha, ya que se evidencia que este ultrasonido brinda oportunidad de atención, al adaptarse a una diversidad de lugares, tanto intrahospitalario como prehospitalario, incluyendo zonas de acceso y recursos limitados, con el fin de dar una atención eficaz al usuario.

### III Antecedentes internacionales:

Según lo recaudado a nivel internacional, se encontraron las siguientes investigaciones con temas similares al tema por desarrollar en este trabajo, en los cuales se demuestra la importancia de la aplicación del POCUS en traumas y extubación de ventilación mecánica.

Se hace énfasis sobre la importancia del uso del ultrasonido en un accidente para la valuación rápida de estos pacientes. En Guayaquil, en el 2022, Huerta Gil, publica el trabajo

de médico general, titulado: “Eficacia del point-of-care-ultrasound "pocus" en valoración inicial del trauma mediante protocolo E-fast”.

De la misma manera, es relevante esclarecer sobre cómo se evalúa un paciente para un destete de una ventilación mecánica. En Valencia España, en el 2023, A Ibáñez, L Rovira Soriano, publica el trabajo de graduación titulado: “estudio observacional prospectivo de valoración perioperatoria ecográfica del diafragma (d- pocus) para la detección del bloqueo frénico y predicción de fallo ventilatorio postoperatorio en pacientes que reciban bloqueos del plexo braquial por encima de la clavícula”.

Exponen los autores Jagat Narula, Chandrashekhar y Eugene Braunwald (2018), que según los antiguos pergaminos de Charaka, desarrollados hace 2500 años se destaca la frase “uno que sabe también cómo usar sus manos, tiene los instrumentos necesarios y todos sus sentidos sobre él” (Jagat & Chandrashekhar, 2018), basando el examen físico de la atención primaria en inspección, palpación, percusión y auscultación, para ser transmitido de generación en generación, dándole gran importancia a los sentidos, el cómo es utilizar la vista, oído y tacto.

A lo largo de la historia, han existido múltiples investigadores acerca del uso que se le brinda a la ultrasonografía, como lo expresan Katherine A, Kaproth – Joslin y el Dr. Vilkrum S. Dogra en su análisis “The history of US: From bats and boats to the bedside and beyond” (2015), donde se encuentran múltiples indagadores, los cuales brindaron aportes para crear lo que hoy se conoce como POCUS, como fue el sacerdote y fisiólogo italiano Lazzaro Spallanzani, el cual en la década de 1760 se encargó de investigar a los murciélagos y cómo ellos para poder navegar dependían del sonido, mas no de su visión como tal para poder navegar; por consiguiente, en 1826 Jean Daniel Collado y Jacques Charles descubrieron que “la velocidad de las ondas de sonido es más rápida en el agua que en el aire” (Kaproth-Joslin, Nicola, & Dogra, 2015). Para lo cual se realizó un experimento que consistía en analizar la velocidad del sonido en las aguas del lago Ginebra, utilizando una “campana submarina”, años más tarde en 1938 Donald Griffin y Robert Galambos dieron significado a la palabra “ecolocalización”, lograron demostrar que los murciélagos generan ciclos de altas frecuencias, de esta manera logran tener la ubicación de los objetos que se encuentran en su entorno.

El primer médico en dar uso del ultrasonido para imágenes fue el neurólogo austriaco Karl Dussik entre los años 1908 – 1968, para poder “representar los cambios en el tamaño del ventrículo cerebral, secundarios al crecimiento de un tumor”, donde los primeros experimentos consistieron en que los pacientes sumergieran sus cabezas en el agua y se les colocaban dos transductores, uno a cada lado de la cabeza (Kaproth-Joslin, Nicola, & Dogra, 2015). Pero, no es hasta para 1981 que el ultrasonido se utilizó por primera vez de forma intraoperatoria, de esta forma se puede monitorizar en tiempo real las variables fisiológicas y poder actuar de forma inmediata (Vázquez Reyesa, y otros, 2020).

A partir del artículo “BLUE – Protocol and FALLS - Procole” explica el Dr. Daniel A. Lichtenstein la adaptación que presentaron estos dos en la década de 1980, a manera de la preocupación que presentaban los médicos intensivistas, se crea un método un que permite la valoración corporal completa, incluyendo los pulmones ante las dos principales preocupaciones, insuficiencia respiratoria y la circulatoria aguda. De esta forma, se logra adaptar la ecografía pulmonar en dos principales protocolos; BLUE “protocolo de ecografía pulmonar junto a la cama en emergencias” y FALLS “protocolo de administración de líquidos limitada por ecografía pulmonar”, para así crear recomendaciones para el uso del ultrasonido pulmonar al pie de cama.

Finalmente, explican José Manuel Vázquez Reyes, Manuel Millán Hernández y otros (2020) a partir del artículo “El ultrasonido, de la cabecera del paciente al aula”, exponen como en la actualidad el uso del ultrasonido a lo largo de los años ha ido avanzando y es cada día más beneficioso, para así expandirse a muchas otras especialidades, entre ellas la utilización en los pacientes politraumatizados en los servicios de emergencia, ya que cada equipo cuenta con características especiales, que los hacen útiles en condiciones y escenarios clínicos diferentes, y nombra la siguiente cita “la parte más importante de un arte es poder observar adecuadamente”.

## II MARCO TEÓRICO

## **2.2 Historia del ultrasonido, nacional e internacional.**

### Historia del ultrasonido

Es importante hablar de la historia del POCUS ya que se sentó un precedente del antes y después del ultrasonido, hasta llegar a la utilización de ultrasonido en el punto de atención donde por medio de imágenes podemos obtener información que está relacionada con la clínica del paciente y así tomar decisiones diagnósticas, terapéuticas además de un seguimiento clínico.

Fue en 1940 que se descubrieron los beneficios del ultrasonido en la medicina. El neurólogo Karl Dussik fue el primero en utilizarlo con fines médicos para demostrar cambios relacionados a tumores en el Sistema Nervioso Central a nivel de los ventrículos cerebrales. Los primeros experimentos consistieron en que los pacientes sumergieran sus cabezas en el agua y se les colocaban dos transductores, uno a cada lado de la cabeza. Los cambios en las ondas acústicas que se desplazaban de un transductor a otro generaban una imagen, pero actualmente se sabe que eran debido a artefactos. Sin embargo, este método tuvo muchas limitaciones debido a la técnica tan compleja, por tal razón se dejó de usar.<sup>2,3</sup>

Los primeros reportes de daño esplénico y hemoperitoneo fueron descritos en Dinamarca. Para la década de 1980 se realizaron los primeros reportes, en tiempo real, de ultrasonidos abdominales por cirujanos de trauma alemanes y, además, se realizaron los primeros reportes de ultrasonidos cardiacos dirigidos por médicos emergenciólogos y fue 1985, que la OMS estableció que el uso del ultrasonido al pie de cama genera muchos beneficios para el sistema de salud, pudiendo reducir los costos en salud y a su vez favorecer el acceso médico a distintas poblaciones.<sup>3</sup>

Sin embargo, fue hasta la década de 1970 cuando se integró el US en la práctica clínica, como una herramienta para evaluar en tiempo real pacientes de trauma en sala de emergencias, acuñándose el término FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) a inicios de la década de 1990. Posterior a esta década, es cuando el POCUS toma

mayor relevancia y se expande su aplicación clínica en la valoración pulmonar y en la guía de procedimientos invasivos, como la colocación de catéteres venosos centrales.<sup>2</sup>

### **2.3 Definición y Principios físicos del ultrasonido.**

el POCUS es una modalidad que se usa en muchas especialidades médicas para la adquisición e integración clínica inmediata de imágenes ultrasonográficas, realizado por un médico en la cama del paciente sin que sea necesario un radiólogo, es una forma eficaz de obtener Imágenes, que ayuden al diagnóstico clínico, el POCUS puede ser utilizado por cualquier medico capacitado para utilizarlo, sin tener que generar un reporte.

El ultrasonido es aquel que su onda de sonido es de una frecuencia mayor a la que oímos normalmente, las ondas que capta el oído humano son de 15,000 a 20,000 Hz, mientras que el ultrasonido utiliza una frecuencia mayor a 20,000 Hz.

### **2.4 Frecuencia del sonido.**

La frecuencia del sonido se mide en número de ciclos por unidad de tiempo. Normalmente como unidad de tiempo se utiliza el segundo. La unidad de frecuencia (ciclos/seg) se denomina Hertzio (Hz), 1 ciclo/seg = 1 Hz, siendo un KiloHertzio: 1.000 ciclos/seg = 1.000 Hz = 1 KHz y un MegaHertzio: 1.000.000 ciclos /seg. = 1.000.000 Hz = 1 MHz. A mayor frecuencia mayor calidad de imagen, pero menor penetración en el cuerpo.<sup>20</sup>

### **2.5 Sonido.**

Es la energía que pasa a través de la materia en forma de onda que produce fenómenos de reflexión y refracción.

Los transductores de US contienen en su interior cristales piezoeléctricos. Cuando se aplica un voltaje eléctrico a los cristales, estos se contraen y se expanden, produciendo vibraciones en el material adyacente y consecuentemente, ondas de sonido. Esta generación de una deformación mecánica en los cristales piezoeléctricos a partir de una señal eléctrica se denomina efecto piezoeléctrico reverso.<sup>2</sup>

Las ondas de US reflejadas (aproximadamente el 1% del total de las ondas), son recibidas por el transductor y convertidas en señales eléctricas (efecto piezoeléctrico directo), las cuales son analizadas por un procesador y, según la amplitud de las ondas recibidas, se presenta una imagen en escala de grises en la pantalla.<sup>2</sup>

Los principales determinantes de la onda del US son: la longitud ( $\lambda$ ), la frecuencia (f) y la velocidad del sonido (c). Su relación se evidencia mediante la siguiente fórmula:<sup>2</sup>

$$f = c / \lambda$$

## 2.6 Frecuencia:

La frecuencia de una onda de US consiste en el número de ciclos o de cambios de presión que ocurren en un segundo. La frecuencia la cuantificamos en ciclos por segundo o hercios. La frecuencia está determinada por la fuente emisora del sonido y por el medio a través del cual está viajando. El US es un sonido cuya frecuencia se ubica por arriba de 20 KHz (Figura 1). Las frecuencias que se utilizan en medicina para fines de diagnóstico clínico están comprendidas más frecuentemente en el rango de 2-30 MHz. Las frecuencias altas (30 MHz) se usan para estructuras superficiales; por ejemplo, para valorar la piel, ojos y estructuras vasculares por vía de cateterización; para fines experimentales se manejan frecuencias superiores a 50-200 MHz.<sup>21</sup>

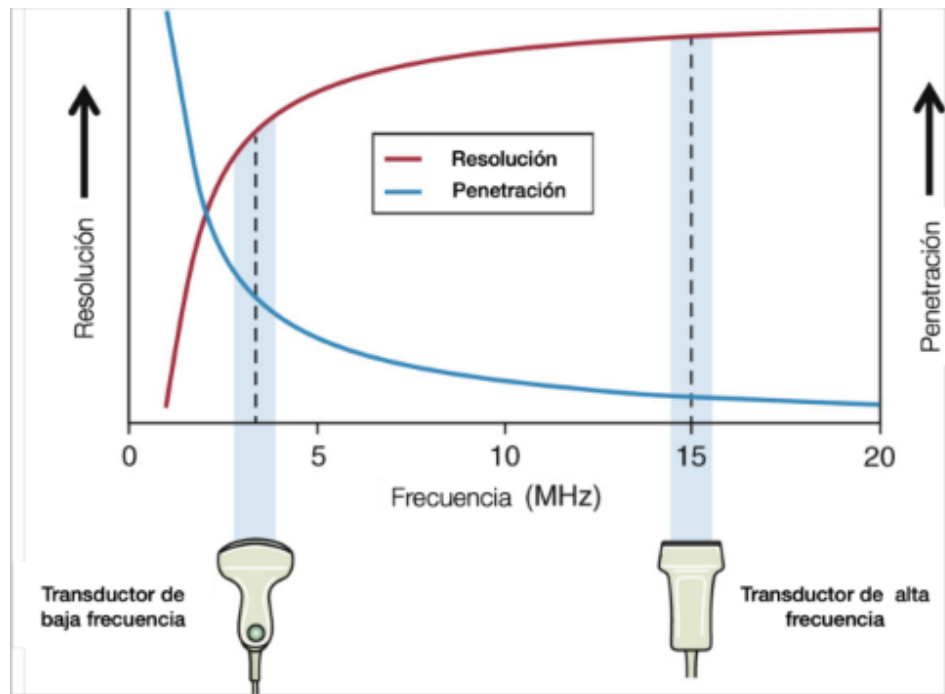
Las ondas son proporcionales a la longitud de onda y a la velocidad de sonido de un tejido dado, esta frecuencia está determinada por cristales piezoeléctricos y la velocidad de propagación del sonido depende de la densidad del medio, los US con longitud de onda más reducidas presentan mayor frecuencia y produce imágenes con mayor resolución y menor penetración, mientras que las ondas con mayor longitud tienen menor frecuencia y mayor penetración. (figura 2).

**Figura 1 Gamma de frecuencias.**



(Villaseñor, 2012).

**Figura 2. Relación entre penetrancia y resolución.**



(CRUZ, 2021).

## 2.7 Escala de grises

Las estructuras corporales están formadas por distintos tejidos, lo que da lugar a múltiples interfases que originan, en imagen digital, la escala de grises. El elemento orgánico que mejor transmite los ultrasonidos es el agua, por lo que ésta produce una imagen ultrasonográfica anecoica (negra). En general, los tejidos muy celulares son hipoeicoicos, dado su alto contenido de agua, mientras que los tejidos fibrosos son hipereicoicos, debido al mayor número de interfases presentes en ellos.<sup>21</sup>

## 2.8 Artefactos.

Hay que conocer también que a como se pueden visualizar imágenes normales o patológicas que necesitamos, también encontramos imágenes de artefacto, la sombra acústica posterior que se produce cuando el sonido no logra avanzar observándose una sombra. El refuerzo acústico posterior, que se produce cuando el sonido logra atravesar una estructura sin generar ecos, produciendo una zona reforzada y brillante detrás de la estructura valorada. La atenuación posterior resulta cuando las estructuras atrapan las intensidades del sonido,

obstaculizando la visibilidad de las estructuras más alejadas. La cola de cometa y la reverberación se producen cuando el sonido atraviesa dos estructuras con distintas densidades, observándose imágenes hiperecoicas que obstaculizan la visualización de las estructuras.




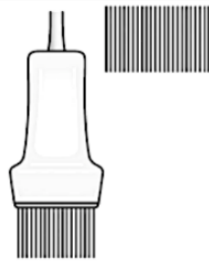
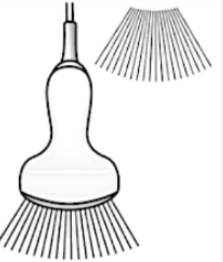
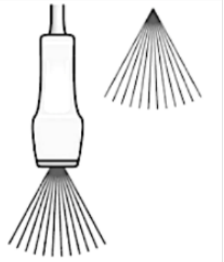
### Tipos de transductores.

Existen varios tipos de transductores que difieren tan sólo en la manera en que están dispuestos sus componentes.

Los transductores sectoriales tienen una ventana pequeña; por ejemplo, para la visualización de las costillas, con un ángulo de escaneo ancho; los convexos tienen un amplio campo a distancia, con un tamaño de ventana adecuado.

Los lineales se caracterizan por tener un amplio plano de contacto, ideal para pequeñas estructuras. Estos son los empleados más frecuentemente en la ultrasonografía musculoesquelética, son cristales piezoeléctricos (de 64 a 256) disponibles de forma rectangular, se colocan uno frente al otro y funcionan en grupos, de modo que al estimularlos eléctricamente producen o emiten simultáneamente un haz ultrasónico.

**Figura 3** tipos de transductores.

Tipo de transductor	Lineal	Curvo	Sectorial
			
Frecuencia	5–10 MHz	2–5 MHz	1–5 MHz
Profundidad	9 cm	30 cm	35 cm
Huella del transductor			

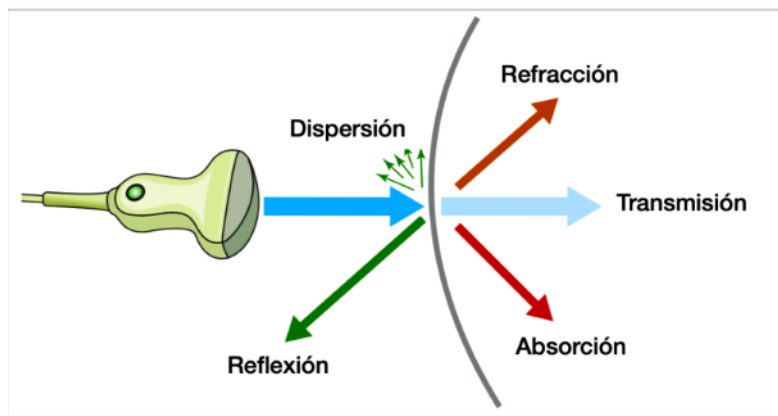
(Villaseñor, 2012).

¿Cómo se generan las imágenes?

El transductor se coloca sobre la superficie corporal del paciente a través de una capa de gel para eliminar el aire entre las superficies (transductor-piel). Un circuito transmisor aplica un pulso eléctrico de pequeño voltaje a los electrodos del cristal piezoeléctrico. Este empieza a vibrar y transmite un haz ultrasónico corto, que se propaga en el paciente, donde se refleja y transmite parcialmente por los tejidos o interfases tisulares que encuentra a su paso. La energía reflejada regresa al transductor y produce vibraciones en el cristal, las cuales son transformadas en corriente eléctrica por el cristal y después son amplificadas y procesadas para transformarse en imágenes.<sup>21</sup>

Las ondas que presentan reflexión y dispersión son las que generan imagen por el efecto isoelectrico directo (figura 3).

**Figura 4** Reflexión, dispersión, refracción y transmisión.



(CRUZ, 2021).

El ultrasonido funciona por propagación de ondas, estas dependen de la reflexión y propagación para que pasen a través de los tejidos, estas dependen de impedancia acústica y atenuación; la impedancia acústica es la resistencia a la propagación de las ondas de sonido a través de los tejidos, entre más impedancia acústica entre dos interfases, mayor reflexión de ondas.

Atenuación es la pérdida de energía de la onda de sonido al viajar por los tejidos, y esto se da por el fenómeno de absorción, cuando las ondas tienen mayor frecuencia son más absorbidas por lo cual son menos penetradas.

### **Modos de la ecografía.**

Existen tres modos para presentar las imágenes en el US y que se utilizan según la estructura que observaremos.

Modo A (modulación de la amplitud).

Es el que se utilizó desde el inicio y se utiliza para ver estructuras quísticas y sólidas, hoy se utiliza para comparar parámetros técnicos viendo la amplitud a diferentes profundidades.

Modo M (time Motion mode).

Es una variante del modo B, e utiliza en estructuras en movimiento como el corazón, la amplitud es el eje vertical mientras que el tiempo y profundidad son el eje horizontal que, permite medir con precisión los diámetros de las cavidades y grosores de las paredes para identificar movimientos anormales.

Modo B (modulación de brillo)

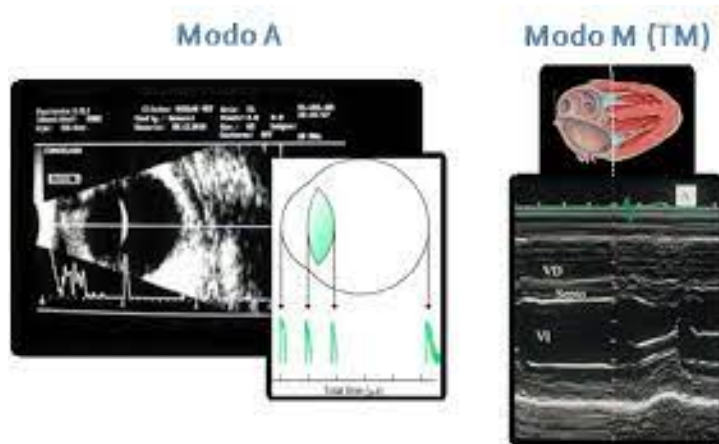
es la representación pictórica de la suma de los ecos en diferentes direcciones (axial, lateral), favoreciendo que el equipo reconozca la posición espacial y la dirección del haz. Las señales de eco detectadas son procesadas y transmitidas a luminosidad, lo que resulta en un brillo. Las estructuras con mayor reflejo aparecen más brillantes que las estructuras con menos reflejo.

Modo b compuesto: 2 d o bidimensional, incorpora el almacenamiento de los puntos b mientras el transductor se mueve, genera imágenes constituidas de muchas líneas individuales.

Modo b dinámico: es una visualización en tiempo real, es el más utilizado, proporciona imagen dinámica de la alta calidad de las estructuras por medio de la emisión de un número

elevado de líneas b por unidad de tiempo, lo que hace que el operador persiga una imagen en movimiento.

**Figura 5** modos de ecografía.



### **Doppler.**

La producción de las imágenes Doppler depende de tres factores: (a) del tiempo que toma el eco en retornar al transductor; (b) la fuerza con que retorna; y (c), la comparación de la frecuencia del retorno del eco con la frecuencia real emitida. Cuando los ecos se alejan del transductor, la frecuencia disminuye, ya que es menor que la emitida; mientras que, cuando los ecos se acercan al transductor, la frecuencia aumenta, ya que es mayor que la emitida. Con esto, el Doppler permite analizar la velocidad de flujo, dirección y presencia de las estructuras vasculares. Es importante destacar que dichos ecos provienen de los glóbulos rojos en movimiento.<sup>3</sup>

### **Doppler color.**

Las estructuras que se mueven se muestran en una gama de color, que representa la velocidad y la dirección del flujo sanguíneo; el flujo rojo, que se acerca al transductor, y el azul, que se aleja del transductor. La intensidad del color representa el cambio de frecuencia y la magnitud de la velocidad del flujo, además puede decir si es flujo laminar o flujo turbulento. Hay que tener cuidado con el ángulo de ionización, el cual debe ser el adecuado para poder detectar el flujo, cuando el haz del ultrasonido esta perpendicular este flujo no se observa.

### **Doppler de poder.**

Es más, para flujos lentos, muestran solo la magnitud del flujo, es más utilizado para el aparato locomotor que para flujo, es más sensible para detectar zonas de baja perfusión.

### **Doppler pulsado.**

Es un transductor que emite y recibe sonido, esto permite calcular profundidad, que se da por el tiempo que tarda el eco en volver.

## **3.3 Aplicaciones del US (patologías que se pueden diagnosticar)**

A lo largo del tiempo y conforme la tecnología ha logrado avanzar ha generado grandes aportes a los médicos a la hora de abordar un paciente, siendo parte de esta tecnología y avances el POCUS el cual se ha ido involucrando en la práctica médica, convirtiéndose en una herramienta rápida y confiable para poder desarrollar o guiar el examen físico del paciente, presentando como una desventaja su accesibilidad, ya que en algunos servicios de emergencias e incluso en áreas de primer nivel de atención se cuenta con personal capacitado, pero no con la disponibilidad del recurso, lo que conlleva a que no se puedan desarrollar destrezas en el uso del POCUS ya que no hay exposición al mismo. <sup>4</sup>

Los médicos que dominen POCUS pueden usarlo para rastrear condiciones clínicas que pueden progresar rápidamente, por ejemplo, insuficiencia respiratoria aguda, hipertensión intracraneal e insuficiencia hemodinámica y reanimación de un shock traumático.<sup>1,15</sup>

A nivel internacional se utiliza el POCUS como parte del examen físico, cuando el paciente así lo requiere según el criterio médico. Pero en diversos estudios se le hace un mayor enfoque a diferentes condiciones o patologías donde el US en el punto de atención ha brindado gran aporte en el estudio del paciente, de las cuales se abordarán en este proyecto las que más relevancia han documentado. <sup>4,11,43,</sup>

El uso de POCUS en la atención primaria está aumentando por los grandes beneficios que aporta, reduciendo costos, exposición a la radiación y los retrasos en las imágenes, incrementando la satisfacción del paciente. POCUS ha sido de gran utilidad en entornos con recursos limitados, donde contar con un médico preparado en su uso y con esta tecnología ha brindado gran ayuda a la hora de diagnosticar un paciente o de manejar una emergencia en áreas donde llegar a un Hospital de primer nivel conllevaría horas y en el caso de una cita para un ultrasonido realizado por una especialista carga con meses de espera, buscando con el POCUS agilizar estos tiempos de espera y la calidad de vida del paciente.<sup>4</sup>

El ultrasonido en el punto de atención se define como la ecografía llevada al paciente y realizada por el médico en tiempo real. Las imágenes de este ultrasonido se pueden obtener casi de inmediato y el médico puede utilizar imágenes dinámicas en tiempo real (y no las registradas por un especialista e interpretadas tiempo después de realizado), lo que permite correlacionar los hallazgos con los signos y síntomas del paciente. Aunado a lo anterior el POCUS se puede repetir fácilmente si el estado del paciente lo amerita. Es utilizado por varias especialidades en distintas situaciones y puede dividirse en términos generales en aplicaciones de procedimiento, diagnóstico y detección.<sup>5,15</sup>

El POCUS ha brindado gran aporte en diagnósticos de varias patologías que sin la disponibilidad de este dispositivo se llevarían horas o incluso años en ser diagnosticadas.<sup>16</sup>

Los principales procedimientos terapéuticos y de diagnóstico guiados por imágenes son un pilar de la práctica clínica contemporánea para reducir la morbilidad y mejorar la seguridad, la eficacia del operador y el alivio inmediato de los síntomas después de la toracocentesis, paracentesis, punción lumbar, acceso venoso central, acceso venoso y arterial periférico, pericardiocentesis, drenaje de abscesos y aspiración conjunta.<sup>1,16</sup>

## Cuello y vía aérea

“El POCUS de cabeza y cuello desempeña un papel importante en la atención primaria de pacientes que se quejan de edema cervical, adenopatías en el cuello y dolor de cuello”<sup>14</sup>.

El POCUS de cabeza y cuello, primero se debe determinar si la masa detectada es un ganglio linfático. A la hora de distinguir si una masa es un ganglio linfático o no, se debe prestar atención a la presencia de un hilio ecogénico (hilio graso) cerca del hilio del ganglio linfático como la estructura que se visualiza más fácilmente en la ecografía en el ganglio linfático.<sup>14</sup>

Esta tecnología de ultrasonido al pie de la cama del paciente es muy importante en el diagnóstico y tratamiento de las vías respiratorias superiores, el edema y enfermedades dolorosas del cuello. A causa de esto es relevante incorporar en la atención médica diaria más allá de los límites del campo, incluida la medicina general, medicina de emergencias, anestesiología, ortopedia y pediatría, así como a la atención médica por parte de departamentos especializados en cabeza y cuello.<sup>7</sup>

En los servicios de emergencias el manejo de las vías respiratorias se ha asociado a una alta tasa de complicaciones, morbilidad y mortalidad. El ultrasonido en el punto de atención se muestra prometedora como tecnología emergente para facilitar la detección rápida de laringoscopia difícil, identificar la membrana cricotiroidea para una posible cricotiroidotomía y evaluar el riesgo de aspiración, además de proporcionar confirmación de la posición adecuada del tubo endotraqueal.<sup>6,13</sup>

El dispositivo POCUS utilizado para examinar cabeza y cuello es de gran utilidad para vías respiratorias superiores cuando no se dispone de un examen especializado. No solo se pueden detectar fácilmente hallazgos anormales de la faringe, laringe (cuerdas vocales, epiglotis, subglótica) y tráquea, sino también lesiones y anomalías submucosas. El POCUS del tracto respiratorio es útil en anestesiología y urgencias ambulatorias, pero siempre se deberá tomar en cuenta la importancia de conocer la anatomía del área y tener destrezas en la aplicación del dispositivo.<sup>7</sup>

## **Sistema Pulmonar**

El ultrasonido en el punto de atención es más sensible que la radiografía simple para diagnosticar afecciones como derrame pleural (94% de sensibilidad) y en cuanto a contusión pulmonar (92% de sensibilidad), esta herramienta empleada en la región pulmonar reduce el tiempo de diagnóstico del departamento de emergencias en 2 horas en promedio en contraposición con la radiografía estándar, la tomografía computarizada (TC) o la ecocardiografía, todas estas empleadas por un radiólogo o especialista en el área que también acarrea alargar los tiempos de espera.<sup>4</sup>

“Tradicionalmente el pulmón se había considerado como un órgano no susceptible de ser evaluado ecográficamente, ya que el aire y el hueso atenúan de manera considerable los ultrasonidos y, durante mucho tiempo la ecografía se limitó al estudio de la patología pleural superficial y como guía de procedimientos invasivos”<sup>8</sup>.

El POCUS pulmonar se utiliza para determinar si un paciente tiene o no edema pulmonar, en particular edema pulmonar cardiogénico en el que puede ser necesario acudir a una terapia diurética agresiva o infiltración para mejorar la oxigenación.<sup>11</sup>

El edema en los pulmones se traduce en el ultrasonido por la presencia de líneas B, cuya distribución y número son expresión del grado de afectación pulmonar. Las líneas B pueden ser ubicadas visualmente en condiciones médicas como las neumonías, atelectasias, infartos, contusiones, etc. El rastreo de líneas B difusas y de manera bilateral son la expresión ecográfica de un síndrome intersticial difuso de origen cardiogénico o respiratorio.<sup>8</sup>

El número y la distribución de las líneas B colaboran a establecer el diagnóstico, en particular a la hora de diferenciar el edema pulmonar de otras patologías pulmonares que causan insuficiencia respiratoria.<sup>11</sup>

En el 2019 cuando iniciaron los casos de la COVID-19, evitar la menor exposición posible era lo primordial y principalmente en los centros de salud, donde se vivió escasez de médicos por los contagios y muertes de estos. Teniendo esto en cuenta, la necesidad de poder identificar e implementar un manejo temprano en dichos pacientes, se consideró el ultrasonido en el punto de atención como una herramienta valiosa en los servicios de emergencias, en virtud de las ventajas que ofrece, comparado a otras opciones

imagenológicas, como lo son la reproducibilidad del examen repetitivamente sin exponer al paciente a radiación, a menos traslados con disminución de la exposición del personal de salud y facilidad diagnóstica colaborando a la toma de decisiones en tiempo real.<sup>10</sup>

Con la llegada de la pandemia por la COVID-19, la aplicación de este método ha permitido el cribado de pacientes, no solo para clarificar posibles diagnósticos diferenciales, en el contexto de pacientes con distrés respiratorio agudo, sino también permitir la determinación del grado de afectación sistémica en aquellos pacientes que presentan esta patología con mayor severidad. El POCUS en el diagnóstico de la neumonía por COVID-19 presenta una sensibilidad del 90.2% y una especificidad de 88.8% respectivamente, en comparación con la radiografía de tórax, la tomografía computarizada y el examen físico.<sup>10</sup>

La literatura ha defendido los méritos de POCUS en la evaluación rápida de la patología pulmonar en evolución en pacientes con COVID-19 (más sensible que la radiografía de tórax), así como en la detección de signos tempranos de deterioro del paciente con COVID-19, como la trombosis venosa profunda de las extremidades inferiores”<sup>12</sup>.

En investigaciones adicionales que analizaron el papel de POCUS en la disputa contra la pandemia de COVID-19, encontraron que la ecografía pulmonar en el punto de atención pudo identificar signos de COVID-19 en pacientes que inicialmente la prueba de detección indicaba falsos negativos antes de dar positivo mediante RT-PCR. Hay literatura que ha abogado por el papel que desempeña el POCUS en la minimización de las radiografías de tórax y las tomografías computarizadas, mitigando así el movimiento del paciente y manteniendo los protocolos de aislamiento, al tiempo que aminora la exposición a la radiación para pacientes y médicos.<sup>12</sup>

## **Sistema cardíaco**

El uso de la ecografía cardíaca en el punto de atención (POCUS) está ahora muy extendido en clínicas, departamentos de urgencias y todas las áreas del hospital. Los usuarios incluyen estudiantes de medicina, profesionales de práctica avanzada y médicos tratantes en muchas especialidades y subespecialidades. Las oportunidades para aprender POCUS cardíaco y los requisitos de capacitación varían según las especialidades, al igual que el alcance del examen POCUS cardíaco.<sup>14</sup>

El POCUS cardíaco es la aplicación de la ecografía cardiovascular, para dimensionar el corazón y sus vasos por parte del médico al lado de la cama del paciente, para responder a una pregunta inmediata. Este dispositivo tiene alcance limitado, definido por las habilidades del operador y la indicación particular de su área de especialidad. Por consiguiente, existen múltiples definiciones alternas de POCUS. De cierto modo, una cualidad común de este es que en todas las especialidades es su distinción de un ecocardiograma. Cuando un ecocardiograma es un servicio de derivación formal basado en solicitudes que siempre conllevan a los siguientes puntos:

1. Lo adquiere un ecografista acreditado siguiendo un protocolo definido.
2. Lo interpreta un médico capacitado.
3. Proporciona un informe estructurado
4. Se archiva
5. Generalmente se realiza a través de un centro de pruebas formal.

El POCUS cardíaco no requiere ninguno de estos 5 puntos anteriores, tiene libertad inherente, aunque su alcance continúa siendo limitado.<sup>14</sup>

Las aplicaciones de seguimiento que utiliza el POCUS, precisa de exámenes reiterativos y que además usen semicuantificación o cuantificación, cuando esté indicado. Por ejemplo, una evaluación utilizando POCUS en pacientes con insuficiencia cardíaca descompensada o enfermedad por COVID-19, puede facilitar la toma de decisiones clínicas durante el triaje, proporcionando orientación clínica para decidir las intervenciones terapéuticas que se le implementarán al paciente.<sup>1</sup>

Muchas condiciones de emergencia utilizan ultrasonido, como aneurisma aórtico, sangrado abdominal en el contexto de un traumatismo y embarazo ectópico. La educación sobre ultrasonido está ahora muy extendida en los programas de capacitación en medicina de emergencias de América del Norte y, el alcance de la evaluación cardíaca al pie de cama incluye la evaluación visual de la fracción de eyección y el derrame pericárdico, pero también puede extenderse a la función cuantitativa básica del ventrículo izquierdo, la tensión del ventrículo derecho y medidas simples de la presión diastólica. El POCUS cardíaco en el entorno de emergencias continúa enfocándose en evaluaciones que reducen el diagnóstico diferencial para un paciente en particular, guiando y facilitando la atención y el diagnóstico de condiciones emergentes.<sup>14</sup>

En el entorno de atención primaria ambulatoria, donde se pueden descubrir por primera vez los síntomas de una patología cardíaca clínicamente importante, el examen POCUS puede proporcionar una detección inicial rápida y cualitativa de etiologías sospechadas e identificar hallazgos insospechados, pero de importancia pronóstica.<sup>16</sup>

En algunos procedimientos el POCUS ha brindado gran aporte, minimizando los tiempos a la hora de realizar el procedimiento, como disminuyendo el abordaje de la sintomatología del paciente. Haciendo énfasis en algunos procedimientos está la colocación de un catéter venoso central, la guía ecográfica reduce las complicaciones, la punción arterial. La guía ecográfica de la toracocentesis y la paracentesis reduce la tasa de punciones secas, pero no el número de pases ni la incidencia de neumotórax.<sup>4</sup>

Igualmente, se usó el POCUS en el cateterismo venoso central, que ha generado grandes aportes, brindando una guía para el médico que realiza el procedimiento, llevando a cabo en una sola punción en la mayoría de los casos, con una técnica eficaz y segura. Además, llevándose a cabo en menos de un minuto, agilizando con esto la atención del paciente y el abordaje oportuno de su clínica.<sup>17</sup>

Los POCUS del departamento de emergencias de las venas femoral común y poplítea tienen una sensibilidad del 96 % y una especificidad del 97 % para detectar TVP (trombosis venosa profunda). Después de dos horas de formación, los médicos de atención primaria diagnosticaron TVP con una sensibilidad del 90% y 97% de especificidad. Cuando se repiten los exámenes, la precisión diagnóstica se acerca al 100%.<sup>4</sup>

## **Sistema digestivo**

El abdomen agudo es una de las emergencias médicas con más asiduo en los servicios de emergencias, evaluado por el médico general en primera instancia y definido por el cirujano ante la sospecha quirúrgica. En algunas ocasiones concluyen con un diagnóstico certero basado solo en síntomas y signos, pero en otros casos se necesitan exámenes complementarios que orienten hacia un diagnóstico definitivo.<sup>30</sup>

Para el desarrollo de este trabajo es útil mencionar las principales causas de abdomen agudo en las que el uso del POCUS ha generado grandes beneficios al diagnosticar al paciente que se presentan con abdomen agudo.

"Las causas comunes de dolor abdominal que se les presentan a los médicos de atención primaria incluyen, apendicitis aguda, colecistitis, cólico renal, embarazo ectópico, diverticulitis, obstrucción intestinal y aneurisma de aorta abdominal (AAA)"<sup>32</sup>.

### **Apendicitis aguda**

La apendicitis que tiene una alta frecuencia en consultas en el servicio de emergencias, cuando la clínica y los hallazgos de laboratorio son poco concluyentes y se decide realizar algún estudio de gabinete, las principales opciones son la radiografía, el ultrasonido, la tomografía simple y la resonancia magnética de abdomen.<sup>28</sup> La apendicitis tiene varios hallazgos característicos, como pared edematosa y grosor general.<sup>29</sup>

En el caso de apendicitis, el POCUS se ha estudiado para reducir las imágenes por TC en caso de sospecha de esta patología. La sensibilidad combinada de POCUS para la apendicitis es del 91% cuando la realizan cirujanos y médicos que trabajan en el departamento de emergencias. Un metaanálisis de POCUS realizado por médicos del departamento de emergencias mostró una sensibilidad del 84% y una especificidad del 91%, con mayor precisión en los niños. La ecografía puede confirmar la apendicitis; sin embargo, una ecografía negativa no descarta la enfermedad porque a menudo se pasa por alto la apendicitis perforada.<sup>4</sup>

El diámetro fisiológico del apéndice está entre 4,4 y 5,1 mm, mientras que un diámetro mayor a 6 mm indica apendicitis aguda cuando se acompaña de hallazgos clínicos apropiados. Se demostró que un diámetro del apéndice de 6 a 8 mm y más de 8 mm tiene la

mayor precisión en el diagnóstico de apendicitis (65%, 96%, respectivamente), pero si el diámetro del apéndice es inferior a 6 mm, la apendicitis se diagnostica sólo en 2,6% de los casos. Los signos ecográficos directos de apendicitis son una estructura tubular no compresible con un signo diana de más de 6 mm de diámetro en el sitio del apéndice, apendicolito e hipervascularidad en ecografía Doppler. Además de estos signos, se puede detectar líquido libre alrededor del apéndice, formación de abscesos, aumento de la ecogenicidad de la grasa mesentérica, agrandamiento de los ganglios linfáticos mesentéricos locales y engrosamiento de la pared.<sup>26,31</sup>

POCUS tiene una sensibilidad diagnóstica de casi el 100% y una especificidad del 85%. Por otro lado, la TC es un procedimiento diagnóstico más preciso en la apendicitis aguda, pero es un método que expone al paciente a radiación ionizante y conlleva un riesgo innecesario principalmente para niños, pacientes más jóvenes y mujeres embarazadas. Es por esta razón que el POCUS es el método de diagnóstico líder que además tiene una ventaja sobre el examen por TC.<sup>31</sup>

### Colecistitis

Con relación a los cálculos biliares se pueden detectar entre el 10% y el 15% de la población adulta y la mayoría son asintomáticos. En el 95 % de los casos, la causan cálculos biliares aguda, mientras que en el 5 % no tiene cálculos biliares. Al examinar la vesícula biliar se utiliza un transductor curvilíneo de baja frecuencia (2 a 5 MHz). Durante el examen, el paciente debe estar en decúbito supino. La sonda se moverá de medial a lateral en el lado derecho del abdomen comenzando desde el xifoides y siguiendo el margen subcostal derecho lateralmente.<sup>32</sup>

La manifestación más común de colecistitis aguda es el cólico biliar, definido como la aparición repentina de dolor en la región epigástrica o en el cuadrante superior derecho del estómago. El cólico biliar alcanza su punto máximo una hora después del inicio y luego el dolor se debilita gradualmente, durando hasta 5 a 6 horas. Se debe sospechar colecistitis o colangitis aguda en pacientes con dolor persistente, de más de 5 horas de duración, asociado a fiebre y/o valores elevados de marcadores inflamatorios. Los síntomas de la colangitis aguda se caracterizan por la tríada de Charcot, que incluye fiebre, ictericia y dolor abdominal. La complicación más común de la colecistitis y la colangitis es la pancreatitis. El estándar de

oro para el diagnóstico de colelitiasis es un examen estadounidense muy importante para mujeres embarazadas, ya que este procedimiento no usa radiación ionizante. Además, los estudios han demostrado que POCUS tiene una gran sensibilidad (89,8%) y especificidad (88%) para la detección de colelitiasis, pero también puede detectar lodo biliar, que es la etapa inicial de la formación de cálculos biliares.<sup>30</sup>

La ecografía biliar ayuda al diagnóstico de colecistitis en caso de sospecha de cólico biliar. POCUS tiene una sensibilidad del 90% y una especificidad del 88% en comparación con la TC o los hallazgos quirúrgicos. En comparación, la TC tiene una sensibilidad del 92%. La precisión del diagnóstico es casi del 100 % cuando se encuentran cálculos biliares con engrosamiento de la pared de la vesícula biliar y líquido o lodo pericolecístico.<sup>4</sup>

Encontrar cálculos biliares durante la aplicación del POCUS donde la clínica del paciente se asocia con dolor cuando se comprime la vesícula biliar con la sonda de ultrasonido (signo ecográfico de Murphy) tiene un valor predictivo positivo del 92% para la colecistitis aguda. Un estudio en 1690 pacientes con dolor abdominal mostró que POCUS tenía 88% de sensibilidad, 87% de especificidad, 91% de valor predictivo positivo y 83% de valor predictivo negativo en el diagnóstico de cálculos biliares.<sup>32</sup>

### Cólico renal

En cuanto al cólico renal, la urolitiasis es una causa común de visitas a los departamentos de emergencia en todo el mundo, y representa hasta el 9 % de todas las visitas, en comparación con el 3 % en la década de 1980. Hay aproximadamente 1 millón de visitas al año, lo que resulta en una gran carga económica. De manera similar, la incidencia de complicaciones, incluidas infecciones y obstrucciones, está aumentando, lo que requiere un reconocimiento y manejo rápidos de este proceso de enfermedad.<sup>33</sup>

La ecografía renal en el punto de atención (POCUS) puede ser útil en este caso para descartar obstrucción. Sin embargo, realizar una TC si hay sospechas de otras etiologías intraabdominales de cólico renal o un cálculo complicado.<sup>33</sup>

Un estudio multicéntrico de 2014 determinó que un POCUS inicial, en vez de una tomografía computarizada, genera menor exposición a la radiación sin diferencias significativas en los diagnósticos de alto riesgo, eventos adversos graves, dolor o visitas

repetidas a urgencias a los 30 días. El objetivo de POCUS es determinar la presencia y el grado de hidronefrosis para poder guiar el tratamiento, ya que la presencia de hidronefrosis sugiere un cálculo grande (>5 mm). En cuanto a niños y mujeres embarazadas, optar por realizarles un POCUS debe ser la modalidad de imagen de primera línea.

La resonancia magnética es la opción de seguimiento en pacientes embarazadas con una ecografía equívoca, y la TC o radiografía de dosis baja es la segunda línea en niños. Como se mencionó anteriormente el POCUS debe ser la modalidad de imagen de primera línea en niños, pacientes embarazadas y pacientes jóvenes sanos (<50) que presenten signos clásicos de cólico renal. De lo contrario, la TC es la modalidad de imagen de elección en el diagnóstico de ureterolitiasis. En todos los demás casos, se deben realizar tomografías computarizadas u otras modalidades de imágenes, según lo refiera su condición clínica.<sup>33</sup>

#### Embarazo ectópico

El embarazo ectópico es una patología ginecobstetricia cuyo manejo ha cambiado drásticamente en los últimos 30 años, pasando de ser una patología de manejo meramente quirúrgico a convertirse en una entidad de manejo médico con indicaciones quirúrgicas. En este proceso de cambio el ultrasonido ha cumplido un papel preponderante para hacer el diagnóstico precoz de esta enfermedad y propiciar el tratamiento oportuno y conservador.<sup>34</sup>

El American College of Emergency Physicians define en sus guías prácticas al POCUS como el medio oportuno y eficaz para detectar embarazo intrauterino o ectópico, edad gestacional y líquido libre intraabdominal en el departamento de emergencias. Y mediante su aplicación sistemática conlleva a disminuir el tiempo de estadía de las pacientes, conllevando a que cada vez se recurra a US realizados por radiólogos.<sup>35</sup>

En cuanto a la estrategia usada para abordar un embarazo temprano, “el POCUS puede ser utilizado para revelar embarazos ectópicos, con una sensibilidad de 99.3% estableciendo la ausencia de un embarazo intrauterino y un valor predictivo negativo de 99.6%” y con esto establecerse como una herramienta de conveniencia incomparable en una situación de apremio como la anteriormente mencionada.<sup>36</sup>

Para poder obtener una evaluación más completa del embarazo en el primer trimestre, al utilizar POCUS este aporta gran apoyo a la hora de identificar la causa de los

sangrados tempranos en el embarazo. El Colegio Americano de Médicos de Emergencia aprueba el uso de la ecografía de cabecera para la detección de embarazo intrauterino o ectópico durante todas las etapas del embarazo. En caso de sospecha de embarazo ectópico, la prueba de hormona coriónica humana y la realización de un POCUS sería el método diagnóstico más preciso para poder brindar un tratamiento adecuado.<sup>32</sup>

El dolor abdominal en cualquier mujer con una prueba de embarazo positiva puede ser causado por un embarazo ectópico o extrauterino. Un examen POCUS bien realizado puede detectar la falta de un saco gestacional intrauterino, la presencia de un saco tubárico o líquido intraperitoneal libre debido a una rotura de las trompas de Falopio.<sup>15</sup>

### Diverticulitis

La diverticulitis es una causa común de dolor abdominal en adultos como resultado de la inflamación de un divertículo colónico. Los pacientes pueden presentar fiebre, dolor abdominal agudo, sangrado rectal o síntomas urinarios. La diverticulitis se observa en entre el 15% y el 25% de los pacientes que padecen diverticulosis. La precisión del examen clínico de diverticulitis es baja. Realizar la anamnesis y el examen físico adecuados junto con POCUS mejora el diagnóstico.<sup>32</sup>

El diagnóstico temprano y la estratificación del riesgo de diverticulitis sigmoidea dependen en gran medida de imágenes oportunas. La tomografía computarizada, la prueba diagnóstica de referencia puede retrasarse debido a limitaciones de recursos o comorbilidad del paciente. La ecografía en el punto de atención tiene un papel establecido en la evaluación del trauma y podría potencialmente diagnosticar y estadificar la diverticulitis aguda, acortando así el tiempo hasta el tratamiento definitivo.<sup>37</sup>

Los signos ecográficos de diverticulitis incluyen engrosamiento mural hipoeoico de la pared del colon (>4 mm), signo de diana no compresible y ausencia de peristaltismo. Un segmento del colon afectado por inflamación puede tener un borde redondeado y doblado, dándole el clásico patrón de dientes de sierra. A diferencia de los tumores malignos, en la diverticulitis las capas de la pared del colon suelen estar preservadas. Por la inflamación se produce una reacción del tejido adiposo circundante, que en el examen ecográfico se muestra como ecogénica. Además, POCUS también puede detectar complicaciones de la

diverticulitis, como un absceso formado, líquido intraperitoneal libre y aire intraperitoneal libre.<sup>31</sup>

POCUS demostró ser rápido y eficaz en el diagnóstico de diverticulitis no complicada, permitiendo un manejo conservador de estos pacientes. Si bien la TC tiene un papel innegable en el diagnóstico de enfermedades complejas y la detección de patología colónica, se cree que, dada su alta sensibilidad, POCUS debería desempeñar un papel como modalidad de diagnóstico por imágenes en el departamento de emergencias para acelerar el tratamiento, reducir costos y evitar exposición innecesaria a la radiación. Con una sofisticación técnica cada vez mayor, junto con la inteligencia artificial, el papel de POCUS puede expandirse en el futuro a una modalidad de imágenes de primera línea, en espera de su evaluación en un estudio suficientemente potente.<sup>37</sup>

### Obstrucción intestinal

Una de las emergencias gastrointestinales más frecuentes es la obstrucción intestinal que por su curso clínico requiere un tratamiento rápido y eficaz. El término obstrucción significa interrupción parcial o completa del paso de material sólido, líquido y gaseoso hacia el interior de la luz intestinal.<sup>31</sup> Representando aproximadamente el 15% del dolor abdominal agudo que se presenta en el departamento de emergencias.<sup>32</sup>

El diagnóstico implica métodos de imagen, ya que ni la presencia ni la ausencia de características clínicas o hallazgos de laboratorio aislados son criterios suficientes para excluir o confirmar estrangulación o necrosis intestinal. En esos casos, con dolor abdominal agudo y signos o síntomas de obstrucción intestinal, POCUS puede usarse como complemento del examen físico para diferenciar rápidamente la causa del dolor y evaluar la necesidad de diagnósticos adicionales. Este procedimiento diagnóstico puede confirmar o descartar una obstrucción intestinal, pero también puede indicar signos de otras afecciones como el engrosamiento de la pared en el caso de enfermedades inflamatorias (apendicitis, diverticulitis o enfermedad inflamatoria intestinal) o la existencia de un "pseudoriñón" en el caso de un tumor.<sup>31</sup>

POCUS puede detectar la ubicación y la causa potencial de la obstrucción en el intestino delgado, analizando la zona donde se produce la transición del intestino dilatado al

colapsado, en función de la visibilidad de las válvulas conniventes, que se vuelven prominentes en la obstrucción yeyunal y están ausentes o son raras en la obstrucción.<sup>31</sup>

En el caso de obstrucciones intestinales, el riesgo de complicaciones es alto, y la estrangulación ocurre en el 30% de los pacientes, mientras que la necrosis intestinal ocurre en el 15%. Ambas condiciones conducen a una mayor progresión hacia la perforación, la sepsis y la muerte. Los pacientes de edad avanzada, con comorbilidades y aquellos pacientes que se han diagnosticado con retraso tienen un mayor riesgo de complicaciones de obstrucción intestinal, por lo que es necesario un diagnóstico rápido.<sup>31,32</sup>

La ecografía tiene una sensibilidad del 95% y una especificidad del 84% para diagnosticar la obstrucción del intestino delgado. POCUS es un examen en tiempo real que puede detectar cambios dinámicos en las deposiciones y mostrar el flujo sanguíneo. Sus hallazgos incluyen asas intestinales dilatadas y aumento del espesor de la pared intestinal (>3 mm) con peristaltismo aumentado o disminuido.<sup>32</sup>

Los signos ultrasonográfico más característicos de la obstrucción de intestino delgado son: intestino dilatado, pared engrosada, líquido libre, peristaltismo aumentado, un punto de inmovilidad intestinal.<sup>31,32,35</sup>

#### Aneurisma de aorta abdominal

“El aneurisma de aorta abdominal (AAA) se define como una dilatación permanente de la aorta abdominal, con un diámetro de 3 cm o más, que generalmente permanece asintomática hasta su ruptura”<sup>40</sup>.

La rotura del aneurisma aórtico abdominal (AAA) suele ser mortal con tasas de mortalidad superiores al 80%, desafortunadamente, en la gran mayoría de los casos, el AAA permanece asintomático hasta que se rompe. Esto destaca, por un lado, la importancia de estrategias de detección eficientes y validadas con ecografía y, por otro lado, la necesidad de un diagnóstico rápido ante la sospecha de rotura de AAA en el servicio de urgencias.<sup>27,40</sup>

La detección de aneurismas aórticos abdominales (AAA) por parte de los médicos de cabecera requeriría una precisión muy alta para evitar falsos positivos en una población con

una probabilidad previa a la prueba relativamente baja, incluso si se selecciona la población que está en riesgo, (hombres que han fumado entre 60 a 65 años y 75).<sup>9,29,40</sup>

El aneurisma de la aorta abdominal se puede diagnosticar fácilmente mediante ultrasonido, un método reproductivo no invasivo simple y altamente confiable. La intervención en esta etapa podría reducir la frecuencia de ruptura, reducir la mortalidad y la necesidad de tratamiento hospitalario de emergencia. Varios ensayos aleatorizados de base poblacional han evaluado el cribado ecográfico del AAA y han demostrado una reducción de la mortalidad relacionada con el aneurisma en la población examinada.<sup>40</sup>

Por su alta mortalidad se ha descrito la necesidad de un tamizaje en atención primaria, que es un método costo efectivo y no sobrecarga los servicios hospitalarios. El POCUS puede contribuir a un diagnóstico temprano en pacientes asintomáticos y se puede realizar en tan solo cuatro minutos. El ultrasonido es el método diagnóstico de elección con una especificidad casi del 100% y sensibilidad mayor al 95%. Cuando esta prueba es realizada por médicos no radiólogos, su concordancia con el radiólogo es del 100% o con una diferencia de 2 mm la cual no es significativa.<sup>3,39,40</sup>

Se ha demostrado que la ecografía de la aorta abdominal es bastante sencilla de aprender como un examen enfocado, y la detección realizada por proveedores de atención primaria mediante ecografía en el lugar de atención puede proporcionar un método económico para una detección más amplia.<sup>5</sup>

La evaluación ecográfica de rutina de la aorta incluye mediciones de la aorta abdominal y las arterias ilíacas en múltiples niveles (suprarrenal e infrarrenal) en dimensiones anteroposterior, longitudinal y transversal.<sup>40</sup>

### **Ginecobstetricia**

En ginecología, POCUS puede ayudar a identificar el motivo del dolor abdominal, ya sea sangrado o distensión abdominal o a definir una masa pélvica. Es posible reconocer la forma y posición del útero (anteversión o retroversión), presencia de fibromas, confirmar la ubicación de dispositivos anticonceptivos intrauterinos, medir el grosor del endometrio, detectar pólipos o sangre/líquido en la cavidad. Incluso es útil visualizar quistes ováricos, torcidos o que pueden estar sangrando activamente, patologías tubáricas hemorrágicas, como

el hidrosálpinx y otras formas de enfermedad inflamatoria pélvica que perjudican a las pacientes.<sup>3,15</sup>

El diagnóstico inmediato que proporciona el uso del POCUS en un servicio de emergencias es particularmente relevante en obstetricia y ginecología (OBGYN), cuando el diagnóstico tardío de complicaciones ginecoobstetras conduce a resultados críticos como la muerte tanto para la madre y el feto.<sup>15</sup>

En caso de realizar un ultrasonido transabdominal o pélvico, se debe utilizar un transductor convexo y la vejiga debe estar llena. También se puede utilizar el transductor endocavitario, de mayor frecuencia y resolución por proximidad a órganos, pero no siempre está disponible en atención primaria. Por medio de la vía transabdominal es posible detectar masas uterinas, lesiones quísticas o sólidos anexiales, colecciones, líquido libre en fondo de saco de Douglas o embarazo ectópico. Asimismo, el mioma es la masa pélvica más frecuente en la mujer (20-50%) y puede generar sangrados uterinos anormales.<sup>3</sup>

Así, la ecografía permitirá establecer diagnósticos diferenciales de causas ginecológicas y abdominales, realizar referencias orientadas a la consulta externa de ginecología o definir si la paciente requiere valoración de urgencia por patologías como tumoraciones de aspecto maligno, abscesos tubo-ováricos o el embarazo ectópico roto.<sup>15</sup>

El POCUS ha sido extrapolado a la población obstétrica como método en el cuidado de la paciente embarazada o en el puerperio en estado crítico, ya que por medio de esta nos puede ayudar a detectar y/o monitorizar muchas de las complicaciones que ocurren en esta población.<sup>4</sup>

### **Sistema musculo esquelético**

“El campo musculoesquelético es relativamente nuevo en la ecografía en el punto de atención (POCUS), una modalidad que ha ido ganando importancia con la evolución de los equipos de ecografía (EE. UU.)”<sup>41</sup>

El ultrasonido al pie de cama permite la valoración rápida y dinámica del músculo, así como la localización y extensión de la lesión hasta su curación. Para estos efectos se utilizan transductores lineales de alta frecuencia, pero si se requiere la valoración de músculos más profundos, se debe disminuir la frecuencia. Es importante realizar primeramente la valoración en el máximo punto de dolor. De este modo, se valoran tanto las fibras musculares como el tendón, la entesis y otras estructuras adyacentes como las vasculares.<sup>3</sup>

Además, mediante la observación del movimiento de estas estructuras se profundiza la comprensión de las condiciones patológicas de las alteraciones motoras, como lesiones de nervios o músculos/tendones, parálisis nerviosa, adherencias de tendones e inestabilidad articular. Se pueden visualizar los nervios periféricos, incluso las ramas pequeñas, y se pueden identificar condiciones patológicas observando la morfología, la continuidad y la relación de los nervios con los tejidos circundantes. Los niños pueden ser examinados en un ambiente seguro y relajado, sin separarse de sus padres. Asimismo, la ecografía se diferencia significativamente de otras modalidades en que puede utilizarse tanto para el diagnóstico como para el tratamiento.<sup>41</sup>

Una revisión Cochrane de 20 estudios de POCUS y ecografía formal que incluyeron 1147 hombros demostró que la ecografía puede diagnosticar desgarros de espesor total del manguito rotador con una precisión equivalente a la de la resonancia magnética (RM).<sup>4</sup>

POCUS musculoesquelético se utiliza para diagnosticar y guiar el tratamiento de muchas afecciones de las articulaciones y los tejidos blandos. Es tan preciso como la resonancia magnética en el diagnóstico de desgarros completos del manguito rotador.<sup>4</sup>

Dos estudios analizaron la precisión de POCUS realizado por médicos de emergencias en los casos que existían sospechas de lesiones ligamentosas en la parte cubital de la muñeca y mostraron una alta especificidad, pero una sensibilidad mixta.<sup>29</sup>

Un metaanálisis sobre el uso de POCUS en pacientes con luxaciones de hombro incluyó siete estudios (n= 739), y mostró una sensibilidad del 99,1% y una especificidad del 99,8% en comparación con los rayos X.<sup>29</sup>

Una vez dominado, US musculoesquelético proporciona una cantidad significativa de información en tiempo real, que puede resultar útil en el diagnóstico y tratamiento de rutina de las enfermedades musculoesqueléticas.<sup>41</sup>

### **Sistema renal**

El uso de la ecografía en el punto de atención ha aumentado en el ámbito de la nefrología. Brinda la oportunidad de obtener información complementaria más precisa que el examen físico clásico. Se puede guiar rápidamente el examen físico con una evaluación POCUS sistemática de los riñones, la vejiga uréter, la vena cava inferior, el corazón y los pulmones, que puede proporcionar información de diagnóstico y una evaluación precisa de la hemodinámica y el estado del volumen del paciente.<sup>11</sup>

La ecografía renal al pie de la cama se utiliza en nefrología de cuidados intensivos para determinar el tamaño, la ecogenicidad y el grosor cortical del riñón, así como para detectar hidronefrosis, quistes, masas o cálculos. Los riñones se evalúan más comúnmente utilizando un transductor curvilíneo de baja frecuencia (para una mejor determinación del tamaño renal).<sup>11</sup>

La adopción de POCUS ha aumentado en los últimos años, el 38 % de los programas de capacitación en nefrología han implementado un plan de estudios de POCUS y el 95 % de los programas de capacitación en nefrología planean incorporar POCUS en los próximos años.<sup>14</sup>

Cursos disponibles y las ventajas-desventajas que este conlleva.

Si hay cursos disponibles en el país, impartidos por diferentes entidades, entre ellos ASOCMI que es la Asociación Costarricense de Medicina Interna, que tiene un curso básico de POCUS por \$300 dólares, donde uno de los temas a tratar es Ultrasonido pulmonar, cardiaco, abscesos vasculares y procedimientos.

WINDFOCUS Word Interactive Network Focused on Critical Ultrasound, es la otra academia que ofrece el curso, ellos ofrecen una diversidad de cursos entre ellos el básico teórico práctico para trauma, avanzado teórico práctico en trauma, para acceso vasculares, el precio de esta ronda los \$255 a \$375 dólares y están certificados internacionalmente.

II. AHEAD MEDICAL.CR ofrecen un curso de ultrasonido clínico y ecografía básico, en un precio de 208 dólares, los puntos a tocar en este curso son:

Comprender el funcionamiento básico del ultrasonido.

Reconocer e interpretar la información obtenida a través del ultrasonido en un paciente con inestabilidad hemodinámica.

Correlacionar los conocimientos adquiridos con la clínica del paciente precisando mejor el diagnóstico diferencial.

Utilizar el ultrasonido para documentar lesiones letales de forma temprana permitiendo brindar un manejo más oportuno.

También se encontraron cursos a nivel internacional

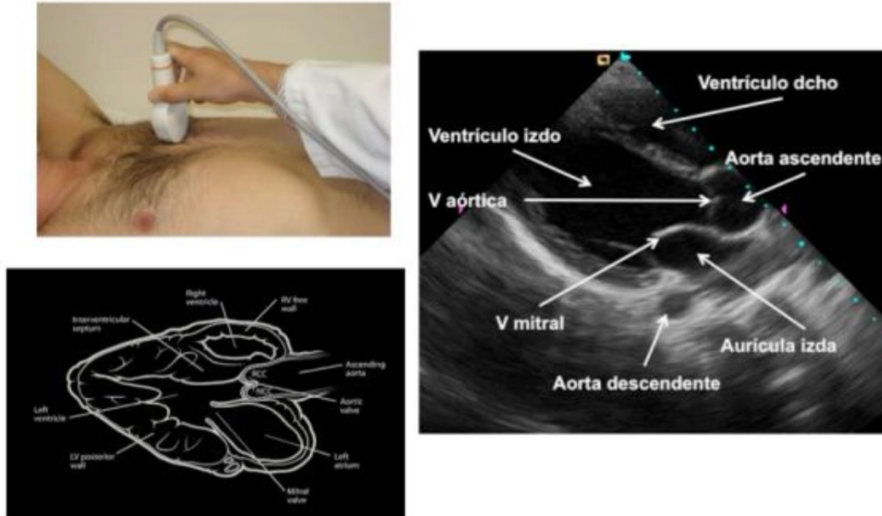
### **2.3 protocolos del ultrasonido en emergencias**

#### **Protocolo focos orienten cardiac ultrasound (FOCUS)**

Se tiene que buscar en las siguientes posiciones paraesternal izquierda eje largo, eje corto, ventana subxifoidea, se evaluara, tamaño, función sistólica tanto de ventrículo derecho como del izquierdo, volemia, presencia de sangrado, derrame Pericárdico o taponamiento cardiaco.

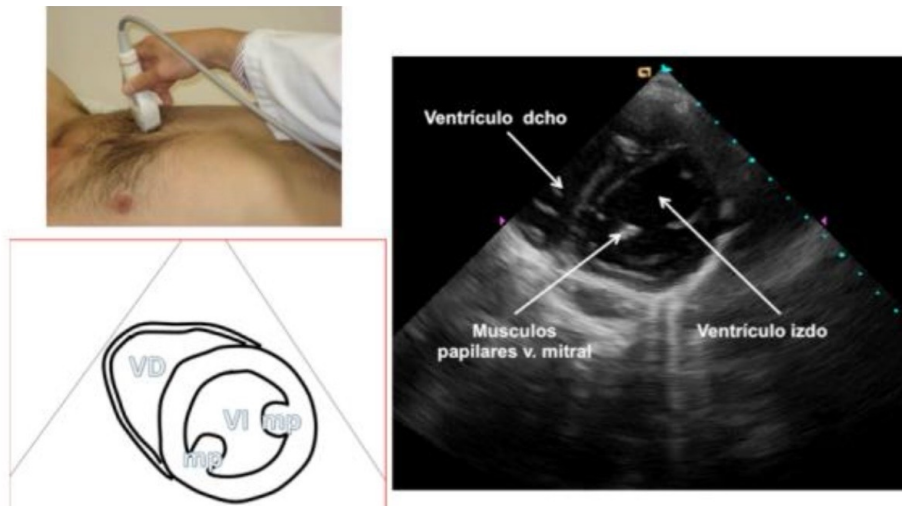
ventana paraesternal izquierda eje largo: se debe colocar el transductor entre el segundo y cuarto espacio intercostal izquierdo, dirigiendo el puntero hacia el hombro derecho del paciente.<sup>10</sup>

**Figura 6. ventana paraesternal izquierda eje largo.**



Ventana paraesternal izquierda eje corto: se coloca de la misma manera que el eje largo, en este caso se rota en sentido horario en 90 grados.<sup>10</sup>

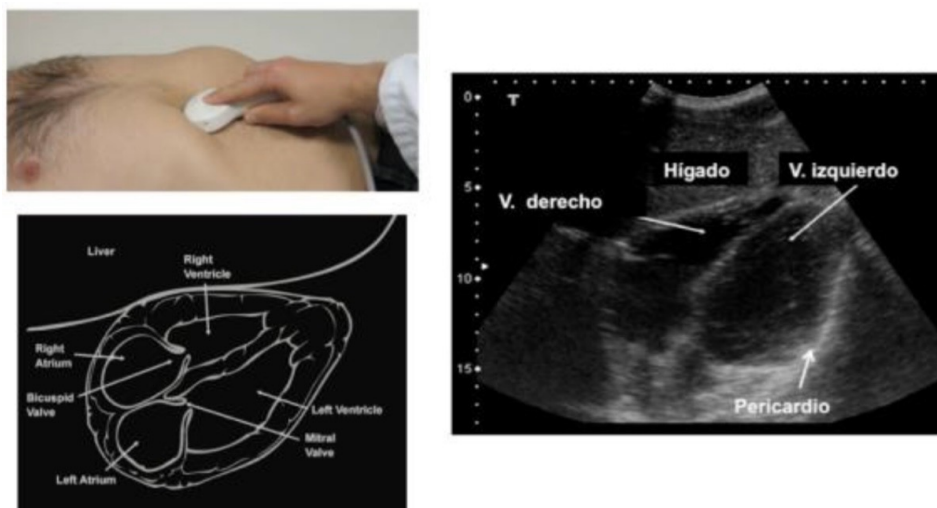
**Figura 7. ventana paraesternal izquierda eje corto.**



Ventana apical: se coloca el transductor en el quinto espacio intercostal izquierdo, y se redirige el puntero hacia la izquierda.<sup>10</sup>

Ventana subxifoidea vista de 4 cámaras: se coloca el transductor en la región epigástrica, por debajo de apéndice xifoides, con el paciente en decúbito dorsal y con el puntero hacia la izquierda.<sup>10</sup>

**Figura 8. ventana subxifoidea**



Recordar que con FOUS no estamos reemplazando la ecocardiografía, ya que estos equipos portátiles tienen una menor resolución y se utilizan para complementar información.

## FAST

El FAST consiste en la valoración de 4 puntos (pericárdico, peri hepático, peri esplénico y pélvico) para detectar imágenes hipoeicas relacionadas con líquido libre pericárdico e intraabdominal de hasta 100ml con una sensibilidad del 50-88%, y su aplicación ha logrado disminuir la mortalidad del trauma cardíaco y abdominal.

1. Región subxifoidea: se utiliza para evaluar la presencia o no de derrame pericárdico. Se ubica el transductor con el indicador hacia la derecha del paciente, apuntando hacia arriba y al hombro derecho. De esta manera, se obtiene la imagen del corazón de abajo hacia arriba. Es importante saber que el pericardio se tiene que observar como una línea hipereica que rodea el corazón y el espacio entre esta y el corazón se llama espacio pericárdico, que en su normalidad es un espacio virtual. El taponamiento cardíaco se puede diagnosticar con la clínica del paciente y asociado a la presencia de derrame pericárdico con colapso diastólico del ventrículo derecho y la vena cava ingurgitada.<sup>14</sup>

2. Cuadrante superior derecho: se coloca el transductor de manera longitudinal, con el indicador hacia cefálico, entre la unión de las líneas xifoesternal y axilar anterior derecha,

entre la décima y undécima costilla. Lo que se tiene que observar es el riñón derecho y arriba de este el hígado. Por encima del hígado se encuentra el diafragma, que se ve como una línea hiperecogénica, más arriba está el pulmón que se observa hipo ecogénico, el espacio entre estos se conoce como espacio hepatorrenal o espacio de Morrison, que normalmente es un espacio virtual. Esta ventana se utiliza para ver la presencia o no de líquido libre en este espacio, para evaluar la presencia de hematomas tanto de riñón como en el hígado o para valorar si hay derrame pleural, que se ve como un espacio anecoico entre el diafragma y el pulmón.<sup>14</sup>

3. Cuadrante superior izquierdo: el transductor se debe de colocar longitudinalmente, con el indicador hacia cefálico, entre la unión de las líneas xifoesternal y axilar anterior izquierda, entre la octava y novena costilla. La exploración de esta ventana permite identificar el riñón izquierdo, al bazo arriba y encima de este el diafragma. Entre el riñón y el bazo se encuentra el espacio esplenorrenal. Se realiza para identificar líquido libre en este espacio y con hematomas esplénicos o renales.

4. Por último, la pelvis: se realiza con el transductor transversal y longitudinalmente, dos centímetros por encima de la sínfisis púbica. Se va a observar el espacio comprendido entre la vejiga y el recto en hombres y, entre el útero y el recto en mujeres que se conoce como el fondo del saco de Douglas. Se utiliza para valorar la presencia de líquido libre.<sup>14</sup>

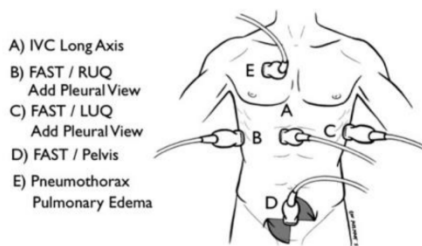
EFAST se explora el tórax para detección de neumotórax y hemotórax, se utiliza transductor plano, podría utilizarse convexo, se coloca de manera perpendicular a las costillas, sobre la línea medio claviclar, en los dos lados del tórax, en las costillas se encuentra la pleura, en ausencia de Neuro tórax lo que se observa es el desplazamiento de la pleura con la respiración lo que se conoce como el signo de la playa, si no se observa este desplazamiento es sugestivo de estos diagnósticos, ha sido muy importante, en primer lugar, porque es más sensible que la radiografía para el diagnóstico del neumotórax (48 vs. 20%), una dolencia que se calcula oculta en el 5% de todos los traumas y hasta en un 55% en traumas severos.<sup>14</sup>

## Protocolo RUSH

Es un enfoque para diferenciar entre shock cardiogénico, hipovolémico, obstructivo, distributivo, utilizamos el transductor micro convexo, basado en 3 variables.

1. En la primera parte se van a evaluar cuatro ventanas, paraesternal izquierda eje largo y corto, subxifoidea y apical. Los puntos de interés en esta parte son, pericardio, para identificar la presencia de líquido en el pericardio y taponamiento cardiaco. La función del ventrículo izquierdo, el acercamiento de las paredes en sístole se asocia a un buen funcionamiento, así como el movimiento de la válvula mitral y el contacto con el tabique interventricular. Y, por último, la dilatación del ventrículo derecho, el aumento de las presiones en las cavidades derechas se relaciona con la dilatación del ventrículo derecho, que alcanza o supera el tamaño del ventrículo izquierdo, está situación se puede relacionar con la presencia de tromboembolismo de pulmón.<sup>44</sup>

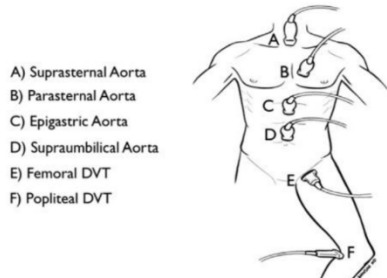
### Figura 9. Evaluación bomba



2. La segunda parte consta de cinco ventanas, epigástrica para evaluar la vena cava, cuadrante superior derecho para evaluar líquido libre en el espacio de Morrison y pleura derecha, cuadrante superior izquierdo para evaluar líquido libre en espacio esplenorrenal y pleura izquierda, hipogástrico para evaluar líquido libre en fondo de saco de Douglas y por último tórax para valorar la presencia de neumotórax y edema pulmonar. La presencia de líquido abdominal o en la pleura en un paciente inestable con un trauma, se asocia a shock hemorrágico. La presencia de líneas B asociado a mala función del ventrículo izquierdo se asocia a shock cardiogénico.<sup>44</sup>

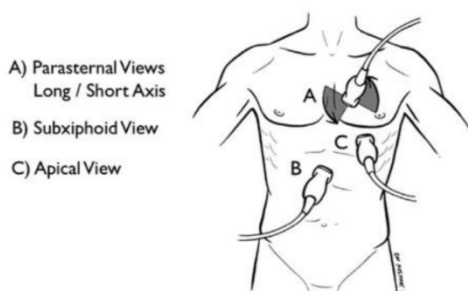
3.

**Figura 10. Evaluación tanque**



3. En la última parte, se analiza la arteria aorta, la vena femoral y la poplítea. La presencia de lesión aórtica asociado a líquido libre en abdomen o tórax se asocia a shock hipovolémico. En pacientes inestables, la presencia de trombosis venosa profunda y dilatación del ventrículo derecho se asocia a shock obstructivo por tromboembolismo pulmonar.<sup>44</sup>

**Figura 11. Evaluación tuberías**



De estas tres se debe usar la más relevante para el evento crítico que tengamos al frente, la evaluación debe ser organizada y dirigida a la clínica para resolver.

### **Protocolo BLUE**

Se utiliza para descartar neumotórax, edema pulmonar, consolidación y derrame pleural en el paciente, lo que se debe buscar el deslizamiento pleural y las líneas A o B, Utiliza puntos específicos de exploración que se establecen tras poner ambas manos sobre el hemitórax del paciente, una inmediatamente bajo la clavícula y la otra inmediatamente adyacente a la anterior excluyéndose los pulgares de modo que contacten entre si ambos dedos índices, así el punto BLUE superior queda al centro de la mano superior y el punto

BLUE inferior se ubica al centro de la palma de la mano inferior. El punto PLAPS se define por la intersección de una línea horizontal que nace del punto BLUE inferior y la línea axilar posterior.

**ACES:**

utilizado en pacientes con hipotensión indiferenciada en pacientes no traumáticos. Acrónimo del inglés Abdominal and Cardiac Evaluation with Sonography in Shock (evaluación abdominal y cardíaca con ultrasonografía en estado de shock). Utiliza 6 visiones básicas, mediante las cuales busca definir si el tipo de shock es obstructivo, séptico, cardiogénico o hipovolémico.

**FEEL:**

sigla de “Focused Echocardiographic Evaluation in Life Support” (Ecocardiografía Dirigida a la Evaluación del Soporte Vital). Se utiliza como apoyo en busca de causas de paro cardiorrespiratorio, en la rama de pacientes no desfibrilable: actividad eléctrica sin pulso o asistolia. Se centra dirigidamente en diagnóstico o descarte de taponamiento cardíaco, neumotórax a tensión, hipovolemia, tromboembolismo pulmonar, etc. Es realizado por un operador que no participa en otras labores de reanimación y que debe utilizar el espacio de tiempo en que se chequea ritmo y pulso para efectuar el examen ultrasonográfico, sin demorar la resucitación cardiopulmonar. Habitualmente se graba el ultrasonido para su interpretación posterior.

### III. MARCO METODOLÓGICO

### **3.1 Tipo de investigación**

En lo que concierne al presente trabajo se hará un estudio mixto; Cualitativo ya que según la definición dada por Sampieri haciendo referencia al enfoque cualitativo en esta investigación guiada por un tema significativo el cual es el POCUS y el conocimiento que tienen los médicos generales sobre este, se parte de hacer un análisis o de examinar el mundo social y en este proceso desarrollar una teoría coherente con los datos de acuerdo a lo que se observa, donde inicialmente se plantea una pregunta de investigación y se busca responder a la misma con los resultados finales, de igual manera se requiere sensibilizarse con el medio ambiente o entorno en el cual se llevará a cabo el estudio, identificar posibles informantes que aporten datos y de cierta manera guíen por el camino a donde adentrarse con la situación de la investigación, además de la factibilidad del estudio, sumado a esto el estudio cualitativo utiliza técnicas para recolectar datos, siendo en el caso de esta investigación una entrevista aplicada a los médicos generales, revisión de documentos, todo con el fin de obtener la información necesaria y óptima para el desarrollo de los objetivos de este proyecto; Asimismo se considera una investigación de tipo cuantitativa ya que es un estudio estructurado que precede a la recolección de datos, siendo el objetivo generalizar los datos de una muestra a una población, analizando ideas preconcebidas, basadas en la hipótesis formuladas y una vez recolectados los datos numéricos estos se transferirán a una matriz para analizarlos mediante procedimientos estadísticos.

Aunado a esto es de suma importancia esclarecer que este estudio será de alcance descriptivo ya que este método busca especificar propiedades, características y los perfiles de personas o grupos, siendo esto lo que se busca con la entrevista, conocer el perfil y la característica de los médicos generales con respecto al POCUS.

Por otro lado, se considera un estudio correlacional, debido a que se busca responder a la pregunta de investigación previamente planteada en este documento, teniendo como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre 2 o más conceptos o variables para posteriormente cuantificar y analizar la vinculación que pueda llegar a ver.

Y finalmente para concluir con la descripción del tipo de estudio se debe esclarecer que será de tipo retrospectivo ya que se llevará a cabo

## Lugar de estudio

La investigación se ubica en el Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, ubicado al noreste de la ciudad de San José, Costa Rica. Esta entre las avenidas 7° y 9° y entre las calles 17 y 19. Es uno de los principales hospitales estatales del sistema de salud costarricense. Pertenece a la Caja Costarricense de Seguro Social

## Objeto de estudio

Correspondiente a este trabajo de investigación el objeto de estudio con el que se trabajará es con médicos generales que laboran en el servicio de emergencias del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia

### 3.2 Población

En cuanto a la población que se utilizará para desarrollar esta investigación será de 20 médicos generales, entre ellos 10 residentes de medicina de emergencias y 10 médicos generales que no son residentes, únicamente se desempeñan como médicos generales en el servicio de emergencias del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.

### 3.4 Muestra

- 4.4 La muestra será una población finita, ya que está limitada a un grupo en específico y con esto determinar si es o no importante el uso del POCUS en el servicio de emergencias.
- 5.4 La población por entrevistar son hombres y mujeres médicos generales que laboren en el área de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, el cual consta de 20 médicos generales fijos.
- 6.4 Calcular el tamaño de muestra para una población de 20 médicos generales que laboren en el área de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, el cual consta de 20 médicos generales fijos, donde se asigna un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 3%. Donde se desconoce la

probabilidad "p" del evento, a continuación, mostramos el resultado de muestra formula.

Cálculo de muestra finita

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**n = Tamaño de muestra buscado**

*N = Tamaño de la Población o Universo*

*Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)*

*e = Erro de estimación máximo aceptado*

*p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)*

*q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado*

Nivel de confianza	Z <sub>alfa</sub>
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

Parámetro	Insertar Valor
<b>N</b>	20
<b>Z</b>	1,960
<b>P</b>	50,00%
<b>Q</b>	50,00%
<b>e</b>	5,00%

Tamaño de muestra

"n" =

**18,91**



### 3.5 Variables

Variable	Tipo	Tipo de pregunta	Definición	Unidad De Medición
Edad	Independiente	Cerrada	Tiempo que ha vivido una persona o un ser vivo, contando desde su nacimiento.	De 20-30 años 30-40 años 40-50 años
Sexo	Independiente	Cerrada	Se refiere a las características físicas, orgánicas y biológicas que diferencian a los seres vivos	Masculino Femenino
POCUS	Dependiente	Cerrada	Point of care ultrasound o ultrasonido al pie de la cama	¿Sabe que es el POCUS?
Médico general y residente	Dependiente	Cerrada	Primer nivel de atención médica que realiza procedimientos sencillos y habitualmente se realiza en consultas ambulatorias. El médico residente es el que está en proceso de optar por una especialidad médica.	¿Es médico general o residente? Si es médico general marque A, si es médico residente marque B.
Curso o capacitación sobre el POCUS	Dependiente	Cerrada	Son experiencias de aprendizaje dirigidas a personas que quieren adquirir conocimientos, profundizar su aprendizaje en una materia	¿Tiene algún curso o capacitación sobre POCUS? SÍ o NO

### 3.6 Fuentes de información

Las fuentes utilizadas para este proyecto de investigación son de tipo secundarias y terciarias las cuales se describirán a continuación.

Secundarias

Son fuentes secundarias ya que fueron tomadas de artículos científicos proporcionados por la biblioteca del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia aunado a búsquedas propias en Scielo y revistas médicas reconocidas tales como *The new england journal of medicine*, *Rev Hisp Cienc Salud*, *J Intensive Care Med*.

#### Terciarias

Se ha sustraído de fuentes terciarias información valiosa para el desarrollo de este trabajo de investigación, siendo estas tesis nacionales como internacionales.

### **3.7 Criterios de inclusión y exclusión**

#### Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión tomados en cuenta para la elaboración de este trabajo de investigación han sido las siguientes.

1. Hombres y mujeres de 20 a 50 años que sean médicos generales que se desempeñen en el servicio de emergencias del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.
2. Médicos generales con nombramiento e interinos tanto residentes y asistentes de emergencias que se desempeñen en el servicio de emergencias del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.

#### Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión que se tomaron en cuenta para esta investigación son los siguientes:

1. Estudiantes, estudiantes internos, enfermeros o los médicos que únicamente llegan hacer guardias, médicos que no laboran en el servicio de emergencias.

#### Limitantes de estudio

1. Que no se pueda abrir el forms, método que se va a emplear para aplicar la entrevista.
2. Que el medico no tenga el tiempo para contestar.
3. Que el medico no cuente con internet en ese momento para realizar la entrevista
4. Que el medico ese día no ande su celular o lo tenga descargado.
5. Que se me dañe el celular o la computadora y no pueda enviar la entrevista.
6. Que no contesten todos a los que se les envía la encuesta.
7. Que alguno de los médicos no quiera contestar la entrevista.

## 4.7 Análisis de los resultados

El instrumento de encuesta tenía nueve preguntas (ver Apéndice 1). Las preguntas de la encuesta describieron edad, género, como se desempeñan en el servicio de emergencias, si conocían la técnica del POCUS y si contaban con algún curso, de la misma manera, fue importante indagar si contaban con un POCUS en su lugar de trabajo, si tuvieron la oportunidad de utilizarlo para abordar a un paciente y si lo usaron cuál fue su experiencia en el uso del mismo, siendo de relevancia con el fin de este trabajo de investigación también se indagó si al aplicar el US habían logrado reducir el tiempo de diagnóstico.

Los datos se procesaron y analizaron utilizando FORMS de Google. Las proporciones de respuestas para cada pregunta se estimaron utilizando el número total de respuestas a esa pregunta específica como denominador y se expresaron como porcentaje. Las respuestas se dicotomizaron para una comparación analítica más intuitiva y efectiva y para facilitar la interpretación.

Se brindará en este apartado los detalles de los datos recolectados, como las bibliografías que respaldan ciertos resultados que dan cuerpo a este trabajo de investigación.

En Costa Rica, por la gran cantidad de escuelas de Medicina existentes, se juramentan cada año unos 700 médicos generales nuevos, lo que complica las escasas posibilidades de trabajo; la CCSS abre entre 80 y 90 plazas al año para servicio social, y los cupos de residencia son 250 al año, es decir, más de la mitad de los incorporados, no consiguen empleo, a no ser que inicien una microempresa propia, financiada por el sistema bancario o por la familia. Por otro lado, no podemos soslayar la carencia de especialistas, no solo aquí, sino en el mundo.<sup>45</sup>

Según el servicio de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia en el último cuatrimestre del 2023, se encontraban laborando 20 médicos, de los cuales 19 contestaron la entrevista aplicada tanto presencialmente como virtualmente, donde 3 fueron médicos residentes de emergencias (15.8%) y la otra parte que fue en su mayoría 16 (84.2%) médicos generales. Abarcando las edades entre 25-35 años en un total de 73.7% y una minoría que cursa entre los 35-50 para un 26.3%, aunado a un 50% y 50% de mujeres y hombres.

De los datos anteriores cabe recalcar el predominio de médicos generales desempeñándose en un servicio de emergencias, que es el futuro de cientos de médicos que se gradúan año

con año, enfrentarse a un panorama poco tangible para poder optar por una especialidad lleva a muchos médicos generales a desempeñarse en un servicio de emergencias, analizar en este momento si Costa Rica requiere más médicos, no es posible. No se cuenta con un sistema integrado de información biomédica que incluya a todas las instituciones que cuenten con médicos, dentro y fuera del sector salud. No hay fuentes para conocer cuántos médicos generales y especialistas activos en labores médicos- asistenciales para poder contemplar una aproximación al cumplimiento de la atención de los indicadores de salud, así como la respuesta a la oferta y demanda de todas las instituciones comprometidas en el sector salud, principalmente, la Caja de Seguro Social (CCSS).<sup>44</sup>

En cuanto a la edad la mayoría de la población estudiada abarcaba los 25-35 años para un 73.7% y en un 26.3% se incluyeron las edades de 35 a 50 años, en cuanto a las edades entre los 18 y 25 años no se encontró ningún participante. Respaldando los datos anteriores, muchos de los médicos recién graduados son tentados a desarrollarse en un servicio de emergencias por las condiciones a las que se enfrentan posterior a egresar de la carrera de medicina y cirugía.

Con respecto a la pregunta #4 sobre si conocían sobre la técnica del ultrasonido, los entrevistados contestaron de la siguiente manera, 18 (94.7%) contestaron que, si conocían sobre la técnica, mientras sólo 1 (5.3%) persona contestó que desconocía sobre POCUS. Estos datos reafirman que los médicos en su mayoría conocen de la técnica del POCUS, pero no va relacionado a que dominen el instrumento y lo sepan aplicar en el diagnóstico de un paciente.

Los médicos generales están capacitados para manejar tanto enfermedades crónicas como emergencias agudas, a menudo en la misma sesión, atendiendo a mujeres y hombres, jóvenes y mayores. En muchos países, como Australia y Canadá, se espera que los médicos generales en áreas rurales y remotas manejen todas las emergencias y, a menudo, son los únicos médicos disponibles para el diagnóstico inicial, el tratamiento y la estabilización a varias horas de viaje por carretera, agua o aire. En países como Noruega y Nueva Zelanda, los médicos de cabecera están organizados como parte de la cadena de respuesta a emergencias y actúan como primeros intervinientes y miembros del equipo de los servicios de ambulancia.<sup>29</sup>

Por lo tanto, hay muchos entornos en los que el médico de cabecera podría beneficiarse de su uso de POCUS. Tanto el interés como el alcance real de su uso entre los médicos de cabecera están aumentando y la formación POCUS también se implementa cada vez más en los programas de residencia. Sin embargo, la cantidad de investigación sobre POCUS realizada por médicos de cabecera es todavía bastante limitada en comparación con otras especialidades en las que se ha consolidado, como en la especialidad de medicina de emergencia.<sup>29</sup>

La ecografía en el lugar de atención se utiliza cada vez más en entornos con recursos limitados. La Organización Mundial de la Salud afirma que la radiografía simple y la ecografía, solas o combinadas, cubrirán dos tercios de todas las necesidades de imágenes en los países en desarrollo.<sup>5</sup>

Actualmente, a nivel mundial, la ultrasonografía como técnica revolucionaria plantea un desafío importante y su probada validez y rendimiento diagnóstico, cuando la usan profesionales debidamente capacitados, supera la valoración de sus bondades. Gran cantidad de médicos especialistas y personal ligado a la salud trabajan con esta disciplina de manera indiscriminada y empírica, sin la debida preparación, primeramente, con el fin de lograr recursos económicos de manera fácil, desvirtuando así un método noble y confiable.<sup>46</sup>

En la medicina actual, cuando se trata de procedimientos invasivos que comprometen la integridad del paciente, cada vez es menos aceptable la premisa de “aprender haciendo”, por lo que es necesario que los educadores médicos integren nuevos métodos para enseñar y adquirir experiencia. El ultrasonido es una herramienta de gran apoyo en las ciencias médicas y es necesario que el estudiante de pregrado se familiarice con él y conozca su impacto en el cuidado de la salud, así como sus usos, ventajas, desventajas y áreas de oportunidad.<sup>48</sup>

La ecografía en el lugar de atención puede implicar el uso de una serie de exámenes ultrasonográficos enfocados para diagnosticar o descartar de manera eficiente ciertas afecciones en pacientes que presentan síntomas o signos particulares, por lo que conocer de su uso es relevante tanto para el médico como para el paciente, llevando a agilizar el proceso diagnóstico y tratamiento, evitando un sinnúmero de exámenes de laboratorio o gabinete para poder concluir en una guía diagnóstica de la afección del paciente.<sup>5</sup>

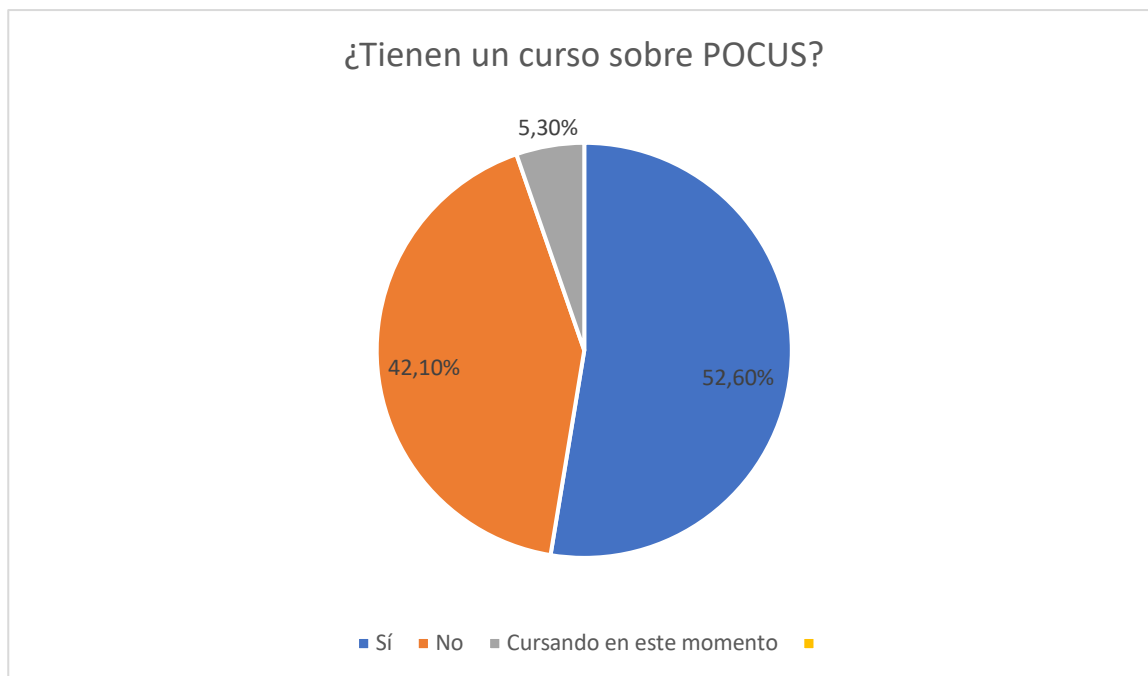
El desempeño de POCUS depende en gran medida del operador y es necesaria una capacitación adecuada basada en competencias antes de su uso, Sin embargo, a pesar de los supuestos beneficios clínicos de POCUS, actualmente no existe un acuerdo claro sobre cómo debería ser un plan de estudios de POCUS en medicina interna.<sup>47</sup>

De forma concreta, en las manos adecuadas, la implementación de POCUS ha demostrado su utilidad en el proceso de toma de decisiones, lo que impacta directa o indirectamente en rubros considerados como marcadores en la calidad de la atención, tales como: días de estancia hospitalaria, cambios significativos en el diagnóstico o tratamiento principal y adición de diagnósticos relevantes.<sup>18</sup>

La necesidad de enseñar y formar adecuadamente al personal para la realización de ecografías existe tanto en los países industrializados como en desarrollo. Además, la diversidad de aplicaciones de esta técnica hace aún más difícil impartir una correcta formación, ya que ninguna especialidad médica tiene la exclusiva de su utilización.<sup>46</sup>

Para obtener un beneficio clínico máximo de esta técnica y para conseguir un uso óptimo de los recursos sanitarios, hay que tener una instrumentación adecuada y la pericia suficiente para realizar e interpretar los exámenes; ello les atribuye un gran peso a las habilidades del operador y a sus destrezas diagnósticas, lo que influye en la obtención de buenos resultados. De hecho, la pericia y la preparación técnica del usuario son, muchas veces, más importantes que el equipo que se utiliza.<sup>46</sup>

En la pregunta #5 de la entrevista se cubre el tener un curso POCUS, donde se obtuvo que, el 52.6 % en total 10 de los entrevistados si tienen un curso sobre el POCUS, seguido de un 42.1 % que fueron 8 personas indicaron que no tenían curso al respecto, siendo solo 1 encuestado que lo cursaba en ese momento para un 5.3%.



Fuente: Elaboración propia, basado en resultados de la entrevista.

Dos importantes puntos enmarcados dentro del perfil del egresado en medicina dan quizás la explicación de por qué el POCUS debería ser introducido desde esta instancia:

1. “Resolver los problemas más frecuentes de salud en el lugar y momento mismo en que se originan, ya sea en el ámbito individual, familiar o comunitario”.

2. “Aplicar conocimientos, habilidades y destrezas para la detección temprana de los síntomas y signos de anomalías orgánicas y psíquicas, para realizar un diagnóstico precoz y un tratamiento inmediato”.<sup>42</sup>

Aunque la educación en ultrasonido ha sido posible mediante la familiarización con máquinas independientes y la práctica en un lugar fijo, pocos métodos permiten combinar la movilidad y la capacitación continua en el trabajo en el desarrollo de competencias. Los cursos de ultrasonido a menudo se introducen en etapas, comenzando una especialidad.<sup>49</sup>

Las capacidades de enseñanza y revisión de imágenes también sirven para promover el aseguramiento y la tranquilidad de la calidad sin la necesidad de supervisión directa al cerrar la brecha entre la capacitación inicial de POCUS y el desarrollo y seguimiento de la competencia.<sup>49</sup>

Aptitudes insuficientes pueden conllevar a conclusiones diagnósticas erróneas que pueden poner en peligro la atención al paciente. Por tanto, es necesario un manejo competente para realizar ultrasonidos mediante los clínicos. El entrenamiento requerido para ejercer un US competente no es trivial.<sup>36</sup>

POCUS se está integrando en los planes de estudio de residencia y facultad de medicina. La Academia Estadounidense de Médicos de Familia recomienda pautas de ultrasonido que enfatizan un profesorado campeón con planes de estudio que incluyan didáctica, aprendizaje práctico y evaluación.

Estas pautas recomiendan de 150 a 300 exploraciones revisadas para competencia general, de 25 a 50 exploraciones para cualquier examen específico y de cinco a 10 exploraciones para orientación sobre procedimientos de ultrasonido, y se basan en los requisitos de la medicina de emergencia. Para aplicaciones musculoesqueléticas, el Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina recomienda 50 procedimientos de diagnóstico y 50 procedimientos guiados por ultrasonido.<sup>4</sup>

Aunque la ecografía puede ser una herramienta poderosa, es una modalidad de imagen compleja, y su interpretación y dominio hábiles requieren años de capacitación especializada. Los exámenes de diagnóstico formales y los idealmente enfocados deben realizarlos expertos en imágenes con capacitación especializada en residencia o beca. Dicho esto, muchos médicos realizan exámenes de ultrasonido limitados y dirigidos junto a la cama, a menudo con poca o ninguna capacitación formal en imágenes.<sup>50</sup>

Las organizaciones internacionales están creando programas para ayudar a las escuelas en esta capacidad, principalmente creando y ofreciendo materiales didácticos compartidos. El Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina tiene un "portal de educación médica sobre ultrasonido" en su sitio web con muchos recursos para desarrollar programas de enseñanza de ultrasonido. Otro grupo, la Sociedad de Ultrasonido en la Educación Médica, tiene varios recursos en línea, como módulos de aprendizaje independiente, disponibles para uso público.<sup>50</sup>

La competencia debe lograrse mediante la finalización de un plan de estudios dependiente de la especialidad, que incluya didáctica, acceso a un archivo de imágenes y

capacitación práctica en simulación supervisada como componente esencial de la capacitación de residencia. Además, creemos que los médicos en ejercicio deberían poder obtener formación a través de programas de formación de posgrado equivalentes, y que la competencia debe mantenerse a través de la práctica clínica con garantía de calidad.<sup>16</sup>

La implementación de cursos puede abordar las indicaciones y limitaciones, mientras que el juicio clínico y la experiencia ayudan a cultivar el componente de integración de la competencia. Sin embargo, los avances en la adquisición e interpretación de imágenes son áreas en las que la inteligencia artificial puede ser potencialmente útil, particularmente en especialidades donde la formación POCUS no ha sido parte de la formación de residencia.<sup>16</sup>

Para la implementación de la capacitación en ultrasonido para residentes de obstetricia y ginecología, se necesita un plan de estudios básico. Este debe contener objetivos de aprendizaje claros y medidas de resultados bien definidas. Este plan de estudios fue introducido por la Junta Europea y la Facultad de Obstetricia y Ginecología (EBCOG) en los últimos años. Sin embargo, el examinador necesita habilidades apropiadas de ultrasonido e interpretación y, por lo tanto, se deben evaluar herramientas de evaluación y enseñanza cuidadosamente seleccionadas para estas capacitaciones. También se debe desarrollar un plan de estudios teniendo en cuenta las necesidades locales; por ejemplo, hay datos que sugieren que sólo una quinta parte de los residentes de OBGYN en realidad planean realizar o interpretar estudios de ultrasonido obstétrico en su formación de posgrado en los EE. UU.<sup>15</sup>

Aunque la referencia anterior abarca únicamente a los especialistas en ginecología y obstetricia, es adecuado e importante adaptarlo al servicio de emergencias y a los médicos que laboran en el mismo, lograr desarrollar habilidades en el POCUS es beneficiosos tanto para el médico como para el paciente.

Se documenta mucha bibliografía que habla de la importancia del POCUS y de generar habilidades en este en especialidades o pregrados, pero no se documenta de la misma manera con respecto a los médicos generales que en el caso de la entrevista se están desempeñando en un servicio de emergencias, pero es de la misma índole de importancia para los médicos generales que laboran en medios rurales, que obtener un estudio ultrasonográfico les agilizaría sin duda alguna el abordaje del paciente, sin tener que esperar meses por un estudio de estos haciendo que se desplace el paciente y su patología siga avanzando.

Los médicos que dominen POCUS pueden usarlo para rastrear condiciones clínicas que pueden progresar rápidamente, por ejemplo, insuficiencia respiratoria aguda, hipertensión intracraneal e insuficiencia hemodinámica y reanimación de un shock traumático.<sup>1</sup>

Existen pocas pautas publicadas sobre el uso seguro y la regulación de POCUS. En 2017, el Colegio Estadounidense de Médicos de Emergencia (ACEP) publicó pautas para POCUS. En esas directrices recomiendan que, para educar a los proveedores, la capacitación debe integrarse completamente en los programas de residencia en medicina de emergencia y, para garantizar un uso clínico continuo y adecuado, deben implementarse programas exhaustivos de garantía de calidad. Esto requerirá un director clínico para supervisar el desarrollo de políticas, la compra de equipos, la capacitación, la evaluación de competencias y la acreditación. Además, la competencia debe requerir reconocer indicaciones y contraindicaciones, obtener imágenes adecuadas, interpretar imágenes y aplicar esta interpretación en el tratamiento del paciente.<sup>12</sup>

En definitiva, el ultrasonido es un arma más de diagnóstico que hay que tener en cuenta; el futuro está en la formación médica de calidad: cursos acreditados y respaldados por sociedades científicas, impartidos por profesionales con una amplia experiencia, con el único propósito de resolver o encauzar los problemas de salud de los pacientes, con mayor agilidad y precisión.<sup>34</sup>

En la pregunta #6, la cual consistía en si los médicos entrevistados contaban con un equipo de ultrasonido en su lugar de trabajo, un 84,2% de los entrevistados afirmaron que sí contaban con un equipo POCUS en su área de trabajo en el servicio de emergencias, mientras tanto un 15,8% respondió que no contaba con este recurso.

Lo que indica este 15.8% que respondió que no contaba con equipo POCUS en su área de trabajo que es la misma área en la que laboran los otros participantes de la entrevista los cuales fueron un 84.2%, es que desconocen del todo de este equipo y nunca lo han utilizado.

La Implementación de este método diagnóstico en nuestros servicios hospitalarios durante la pandemia ha ido sumando adeptos en todas las ramas de especialización médica y

en aquellos profesionales generalistas, dado que estos últimos han sido la primera línea de atención frente al COVID-19, y la utilización del POCUS conllevó a optimizar la estratificación de pacientes, derivación oportuna a centros de mayor complejidad junto con la mejora en el uso de recursos. En concordancia con esta línea, el Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica determinó dentro de su reciente propuesta de perfil profesional del médico general en el artículo 40.-destrezas generales del médico y cirujano, inciso r), la utilización del ultrasonido como método diagnóstico para uso propio y la potestad de asentar la impresión en el expediente clínico, siendo esto un paso más en la universalización de capacidades.<sup>54</sup>

El uso de POCUS en atención primaria está aumentando porque reduce el costo, la exposición a la radiación y los retrasos en las imágenes, y aumenta la satisfacción del paciente. POCUS también es útil en entornos con recursos limitados. La instrucción de POCUS está aumentando en los programas de residencia en medicina familiar y existen recursos para los médicos en ejercicio. Sin embargo, el uso generalizado de POCUS está limitado por la carga de entrenamiento.<sup>4</sup>

Contar con un ultrasonido en el punto de atención, no es una realidad para la mayoría de las médicos generales, aunque en los entrevistados para efectos de esta investigación si se cuenta con uno, en áreas rurales es solo una fantasía contar con un POCUS que pueda mejorar la calidad de la atención que se le brinda al paciente. Y aunque es claro que no toda patología requiere un ultrasonido, cuando la sintomatología si refiere la necesidad de uno entorpece el abordaje del paciente al médico general.

Agregar POCUS a la historia clínica y al examen físico ayuda a reducir el diagnóstico diferencial y a planificar el estudio y el tratamiento. La gestión clínica impulsada por el uso temprano de POCUS aumenta la precisión del diagnóstico médico y mejora la utilización de los recursos sanitarios. Además, desde el punto de vista del paciente, POCUS es muy bien tolerado y los pacientes prefieren ser evaluados con POCUS en lugar de procedimientos endoscópicos u otras técnicas de imagen más invasivas.<sup>26</sup>

Lo que reafirma la importancia de contar como mínimo con un POCUS en los servicios de emergencia, quizá idealizar un futuro con un POCUS en cada EBAIS del país llegue a ser

realidad dentro de un par de años, donde la inteligencia artificial tome el diario vivir por completo.

El panorama de POCUS continúa evolucionando cada año, haciendo que el acceso a los dispositivos sea más fácil que nunca, pero sin una consideración completa del impacto que están teniendo en la atención al paciente y los resultados clínicos. Además, debido a que POCUS es aplicable a tantas especialidades médicas, la supervisión oportuna de esta tecnología por parte de un organismo rector presenta un desafío adicional. Quizás sean más apropiadas las directrices específicas de cada especialidad que tengan en cuenta las variabilidades específicas de cada especialidad empleando un marco uniforme.<sup>12</sup>

El POCUS es una herramienta valiosa, como fue demostrado a partir de la pandemia por COVID-19, ya que permite minimizar las interacciones en el cuidado de los pacientes. Esto es aplicable al contexto de los hospitales de nuestro medio que cuentan únicamente con un tomógrafo o un equipo de rayos X portátil, tanto para pacientes cohortizados como no cohortizados. Se trata de una herramienta vigente, implementada por países de altos y bajos ingresos. Tanto es así, que se estima que cada sala de urgencias en Canadá tiene una máquina de ultrasonido para uso del médico no radiólogo. Asimismo, se ha promovido su implementación en países de bajos y medianos ingresos, entre los que destacan algunos del sur de Asia y del África subsahariana<sup>53</sup>

El POCUS es una herramienta impulsada por la Medicina de Urgencias junto a otras especialidades afines. Por ello, la mayoría de los cursos de entrenamiento y competencia son impartidos por médicos especialistas no radiólogos, como los dictados en territorio norteamericano por The American College of Emergency Physicians (ACEP), American Institute of Ultrasound in Medicine, The Society for Academic Emergency Medicine, The Canadian Association of Emergency Physicians, entre otros.<sup>53</sup>

En la realidad italiana, donde el uso de la ecografía “bedside” orientada al diagnóstico clínico (POCUS: point of care ultrasonography) es bagaje cultural habitual en la formación de los especialistas en Medicina de Urgencias, la presencia de unidades de ecógrafos en Urgencias (presencia de aparato con tres sondas (convex, linear y sectorial) está muy difundida y su aplicación en la valoración de los cuadros respiratorios se ha convertido en rutina. Por ello, durante la actividad asistencial se siguió utilizando con la misma intensidad,

prestando especial atención a la desinfección de los aparatos. Cada sonda se ha aplicado con las indicaciones específicas para la valoración global (tórax: convex o eventualmente lineal; cardíaca: sonda sectorial; sistema venoso: sonda lineal). En caso de no estar disponibles, la sonda convex podría suplir las funciones de las otras dos. No son necesarios aparatos de alta gama de prestaciones. La experiencia inmediata pudo sólo corroborar lo que la evidencia científica ha ya demostrado en los últimos años: el excelente resultado del uso de la ecografía aplicada en áreas con menor disponibilidad de recursos y la superioridad en el diagnóstico de patologías como la neumonía ya desde la edad infantil respecto a la radiología convencional.<sup>49</sup>

En la pregunta #7 en la cual se investigó si los médicos habían utilizado el POCUS en su área de trabajo, para abordar a un paciente en su área laboral, siendo esta el servicio de emergencias, un porcentaje mayoritario del 84.2% refirieron que sí habían utilizado este equipo para abordar a un paciente, en cuanto al porcentaje minoritario que fue del 15.8% indicaron que no lo habían utilizado.

Estos datos no se relacionan con la pregunta #5, en la cual un 52.6% contestaron que si contaban con un curso y un 42.1% indicaron que no, quiere decir que el 84.2% está haciendo uso de la técnica POCUS sin tener un curso o experiencia respaldada en este.

Es evidente que el médico que utiliza POCUS debe ser competente en su uso. Los médicos que no han recibido la formación adecuada pueden causar un abordaje inadecuado en los pacientes al realizar un diagnóstico inexacto o al utilizar POCUS de forma inapropiada. En el 2020, la Comisión Conjunta de Acreditación de Organizaciones de Atención Médica y el Instituto de Investigación de Atención de Emergencia identificaron la adopción de POCUS sin los conocimientos y destrezas necesarias como un peligro importante para la tecnología sanitaria.<sup>1</sup>

Los datos anteriores nos recalcan que aun contando con el equipo POCUS en el área de trabajo, este no es utilizado por alrededor de 3 médicos que se desempeñan en el área de emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia.

Y como se ha descrito a lo largo de este trabajo la utilización del POCUS en pacientes hospitalizados en consulta externa o en emergencias permite una valoración más completa

del paciente y su patología, y se describe que genera un cambio en el abordaje en más del 60 % de las veces.<sup>53</sup>

El mayor reto por delante es crear conciencia en el usuario ultrasonografista y con relación a ello, el Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina (AIUM) lidera una campaña que se denomina ultrasound first (ultrasonido primero), cuya finalidad consiste en crear conciencia entre los profesionales de la salud sobre la utilización de la ecografía como primera herramienta diagnóstica. Para obtener un beneficio clínico máximo de esta técnica y para conseguir una utilización óptima de los recursos de atención sanitaria, es necesario disponer de una instrumentación adecuada y de la pericia suficiente para realizar e interpretar los exámenes; ello le atribuye un gran peso a las habilidades del operador y a sus destrezas diagnósticas, lo que influye notablemente en la obtención de unos buenos resultados. De hecho, la pericia y la preparación técnica del usuario son, muchas veces, más importantes que el equipo que se utiliza.<sup>51</sup>

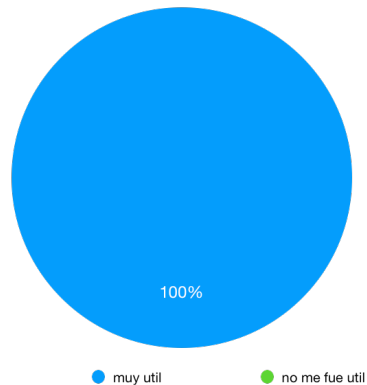
El auge que está experimentando la ultrasonografía y el hecho de que en ciertos casos, el equipo esté siendo adquirido por personas con una formación mínima, pueden dar lugar a diagnósticos inexactos (como consecuencia de una formación inadecuada), a unos métodos de examen deficientes y a errores de interpretación, todo en detrimento de los pacientes.<sup>51</sup>

Estas referencias nos llevan a concluir que la incorporación del ultrasonido al ejercicio diario del médico, sea cual sea su especialidad, será un hecho inevitable y plenamente aceptado en pocos años, como antes lo fueron otras técnicas, por lo que la gran reflexión será que, independientemente de quien lo haga, desde su experiencia, formación o progresiva especialización, debe estar consciente de sus responsabilidades y de su alto valor dentro de la cadena asistencial, habida cuenta de las consecuencias potenciales de un error dentro de cualquier contexto.<sup>51</sup>

En este sentido, la World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology (WFUMB), la Federación Latinoamericana de Sociedades de Ultrasonido (FLAUS), conjuntamente con sociedades como la de nuestro país (AVUM), están desarrollando esfuerzos importantes para poder permitir una enseñanza del ultrasonido adecuada y continua, para crear una conciencia responsable y humana entre los que se dedican o quieren iniciarse en la práctica de la

ultrasonografía, formando de manera profesional a los médicos para que cubran y aminoren en gran medida este problema que habita en el sector de la salud.<sup>51</sup>

8. Ha utilizado el POCUS en el abordaje de un paciente, ¿cuál ha sido su experiencia?



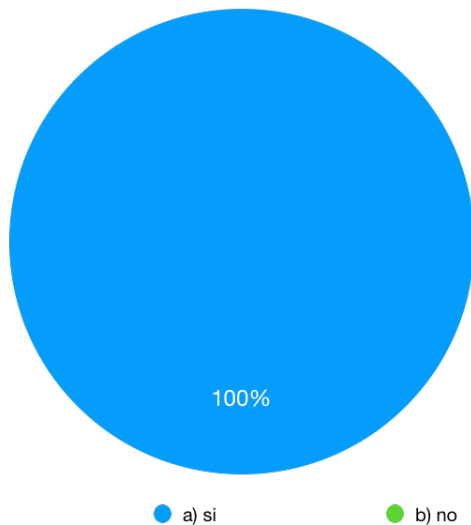
Fuente: Elaboración propia, basado en resultados de la entrevista.

Los resultados de la pregunta #8 la cual consistía en responder que si el medico entrevistado había utilizado el POCUS en el abordaje de un paciente, ¿Cuál había sido su experiencia?, en la cual las respuestas fueron que un 100% de los encuestados estaba de acuerdo en que les fue muy útil el empleo del POCUS en el abordaje del paciente.

El ultrasonido permite monitorizar variables fisiológicas en tiempo real que den la posibilidad de ajustar tratamientos médicos. Su uso es muy amplio y de gran relevancia en casos como la reanimación hemodinámica, politraumatizados, detección no invasiva de hipertensión intracraneal por medición de vaina de nervio óptico, la monitorización del flujo arterial cerebral por Doppler transcraneal o la evaluación de la disfunción gastrointestinal en el paciente crítico.<sup>47</sup>

También es una guía útil y eficiente para mejorar la seguridad con la que se realizan los procedimientos invasivos como la colocación de catéteres centrales, los bloqueos regionales, los bloqueos neuro axiales o las infiltraciones locales. Fuera de las áreas críticas en pacientes hospitalizados, también es de gran utilidad para el diagnóstico diferencial, ofreciendo una pronta atención, que favorece la recuperación y el egreso oportuno.<sup>4</sup>

9. Al haber utilizado el POCUS en el abordaje de pacientes, ¿este le ha ayudado a reducir el tiempo a la hora de diagnosticar y tratar al paciente?



Fuente: Elaboración propia, basado en resultados de la entrevista.

Se indagó en la pregunta #9 lo siguiente; al haber utilizado el POCUS en el abordaje del paciente, ¿Este le ha ayudado a reducir el tiempo a la hora de diagnosticar y tratar al paciente?, las respuestas fueron que el 100% de los entrevistados indicaron que sí les había ayudado a reducir el tiempo al momento de abordar al paciente. Confirmando lo que se ha detallado a lo largo de este trabajo de investigación sobre la gran utilidad del POCUS y la manera en que agiliza la labor médica.

En un estudio, se ahorraron dos horas por paciente en promedio cuando se utilizó POCUS en comparación con el ultrasonido tradicional en el seguimiento postoperatorio de pacientes sometidos a pieloplastia. De manera similar, cuando se comparó POCUS con los métodos de ultrasonido tradicionales, el tiempo hasta el diagnóstico se redujo significativamente de 186 minutos ( $\pm 72$  minutos) a 24 minutos ( $\pm 10$  minutos). Los equipos de trauma de todo el país ya están utilizando POCUS para ampliar su caja de herramientas, como se refleja en el examen eFAST.<sup>25</sup>

En cuanto a la pregunta #10 donde se pregunta que desventajas tiene el POCUS, se encontraron las siguientes respuestas.

1. Operador dependiente
2. No hay capacitación para la utilización del POCUS

3. No todos están capacitados para utilizarlos
4. La calidad de los equipos también influye
5. Equipos antiguos
6. Hace falta practica guiada.
7. La condición y contextura del paciente también se encuentra como limitante.
8. Disponibilidad y subjetividad de resultados según experiencia del médico.

Si bien la conveniencia le da a POCUS una ventaja sobre la ecografía realizada por un ecografista y la interpretada por un radiólogo, POCUS no reemplaza tales exploraciones, que a diferencia de POCUS son integrales y están protocolizadas. Cuando POCUS no puede responder la consulta clínica o se aprecian hallazgos incidentales, se recomienda derivarlo para una consulta o imágenes completas.<sup>51</sup>

En un entorno del tercer mundo, POCUS adopta una perspectiva diferente. Es posible que los pacientes tengan que viajar largas distancias para acceder a la atención médica. Muchos no pueden pagar el costo del transporte a un centro médico. Allí, POCUS podría usarse para identificar pacientes de alto riesgo que pueden ser remitidos a hospitales regionales para su tratamiento posterior. Por lo tanto, una característica clave de POCUS es que no reemplaza la práctica integral de ultrasonido, sino un examen de ultrasonido enfocado que a menudo se realiza en condiciones subóptimas y con limitaciones de tiempo.<sup>46</sup>

La efectividad del ultrasonido depende de tres componentes: el paciente, el médico y también del equipo. La calidad del equipo es indispensable, ya que esta se reflejará en la resolución de la imagen obtenida. Si bien su costo es elevado, con la nueva tecnología y el uso de chips en vez de cristales piezoeléctricos, los precios se han vuelto mucho más accesibles. Además, existen equipos portátiles que, a su vez, se subdividen en aquellos ligados a una laptop y los dispositivos de mano. Actualmente existen equipos del tamaño de un teléfono inteligente y su costo es menor a los 10.000 dólares. Una de las grandes ventajas de estos ultrasonidos portátiles, es que permiten ahorrar tiempo, realizar transferencias con mayor facilidad y cambiar de posición si es requerido; pero, por otro lado, las ventajas consisten en la descarga de las baterías, en la poca penetrancia que poseen en algunas ocasiones, y en un campo de visión menor. Además, entre más pequeño es el equipo, menos se garantiza la calidad de la imagen<sup>43</sup>

En el mercado existen múltiples opciones para obtener equipo de ultrasonido propio, ya que por medio del sistema de salud es más complicado que se obtenga, pero es importante recalcar que aparte de que son equipos de alto valor monetario, se deben de tener en cuenta que son equipos costosos, que se tienen que traer del exterior, se deben comprar fuera del país, ya que en Costa Rica no hay disponibilidad de estos

Además, el POCUS portátil que pueden adquirir de manera personal el médico general es que deben contar con dispositivos iOS o Android, aunado a esto se debe pagar una membresía o un costo anual para poder adquirir la aplicación y con esta poder utilizarlo y desempeñar la técnica POCUS.

Sonohealth, vende transductores que se pueden utilizar desde una tableta, General Electric vende vscan air en 4500 euros, sumando el monto monetario que cuesta traer el producto al país, Philips lumify ronda en los 2000 dólares, butterfly IQ es de las otras opciones entre los 2600 a los 4000 dólares, entonces acá entraría a cuestionarse quiénes están dispuestos en realizar esta inversión importante de dinero por poder agilizar el tiempo en el que aborda a un paciente, aunado a qué este US no se podría usar de manera diagnóstica sino cuenta con un título que respalde su conocimiento.

Phillips Lumify Este dispositivo puede funcionar ligado a una tableta o a un teléfono inteligente, los cuales brindan la batería y la pantalla. La pantalla táctil permite optimizar la ganancia o el brillo, la intensidad, la profundidad y el color. Es importante descargar la aplicación de Lumify para mejorar la calidad de la imagen.<sup>43</sup>

Asimismo, el Phillips Lumify cuenta con tres transductores; a saber, el transductor lineal (L12-4), con frecuencias de 12 a 4 MHz; el transductor sectorial (S4-1), con frecuencias de 4 a 1 MHz, y el transductor curvo (C5-2), con frecuencias de trabajo de 5 a 2 MHz. Al usar diferentes transductores, el campo de valoración se amplía<sup>43</sup>

Adicionalmente, genera imágenes en 2D y cuenta con Doppler color y Modo M. Se puede evaluar a nivel pulmonar, cardíaco, abdominal, gineco-obstétrico, vascular, superficial, musculoesquelético y en tejidos blandos.<sup>43</sup>

Butterfly Este es un dispositivo innovador y no funciona por medio del efecto piezoeléctrico, debido que los transductores no poseen cristales. En su lugar, utiliza un chip

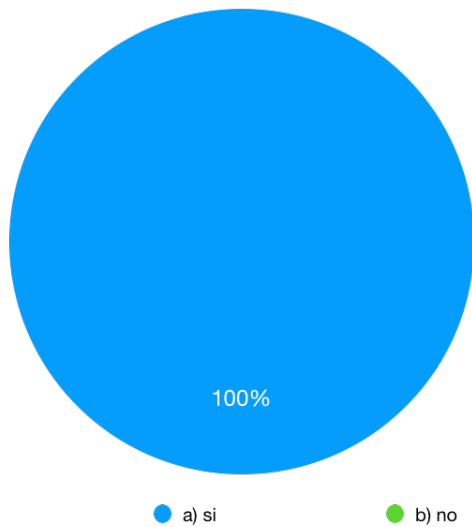
de silicón para la inducción de las ondas sonoras. En el caso del dispositivo Butterfly, un mismo transductor permite la visualización de imágenes superficiales desde 2 cm hasta 30 cm de profundidad; además cuenta con el Modo B, Modo M y Doppler. Tiene un peso de 0.313 kg y la batería tiene una duración de 120 min. Por otra parte, las imágenes pueden ser cargadas a la nube Butterfly. El dispositivo cuenta con algoritmos de inteligencia artificial que permiten que, de acuerdo con la posición del transductor, el dispositivo emita las imágenes según los requerimientos del explorador.<sup>43</sup>

Aparte de tener beneficios el POCUS también tiene sus contras, Ninguna intervención médica, incluida la anamnesis, está exenta del riesgo de generar eventos adversos. El POCUS es una herramienta que complementa la exploración física y ayuda a responder preguntas concretas como, por ejemplo, si el paciente tiene un neumotórax o no. Como herramienta está repleta de desafíos, y la construcción de una evidencia cada vez más sólida a su favor está en proceso; sin embargo, existe también literatura en su contra, tal y como ocurre en otros escenarios clínicos. Es imprescindible resaltar que el POCUS no reemplaza el juicio clínico, la exploración física o el sentido común y, por tanto, debe usarse siempre como un componente adicional de un contexto clínico para mejorar la precisión del diagnóstico y la calidad del cuidado del paciente.<sup>43</sup>

Es claro que existen limitaciones para su implementación, como el error en la interpretación de los artefactos que puede conducir a decisiones clínicas incorrectas. Sin embargo, es necesario reforzar la toma de conciencia de instructores y aprendices para superar dichas barreras. Su interpretación debe considerarse una habilidad básica tanto de médicos generales como de especialistas y hasta de personal de enfermería y atención prehospitalaria.

Así lo denota la etimología de la palabra básico, del griego básis, “donde uno se apoya”, que permite comprender que construir sólidos fundamentos, así como familiarizar la herramienta con la práctica cotidiana, permitirá evitar la posibilidad de errores por su mal uso, perfeccionar la técnica y optimizar la generación, interpretación e incorporación de las imágenes en las decisiones clínicas.<sup>43</sup>

11. ¿Le gustaría que se impartiera un curso obligatorio sobre el POCUS a los médicos generales que se desempeñan en un SEM?



Fuente: Elaboración propia, basado en resultados de la entrevista.

Por último, pero no menos importante, sino por el contrario siendo una de las preguntas que lleva a reflexionar sobre la formación médica. Se les preguntó a los médicos entrevistados si les gustaría que se impartiera un curso obligatorio sobre POCUS a los médicos generales que se desempeñan en un servicio de emergencias, la respuesta clara y concisa fue que el 100% indicaron que sí.

Como se describe en la pregunta #5 sobre si los médicos cuentan o no con un curso sobre la técnica POCUS, va de la mano con la pregunta #11, siendo de suma importancia una capacitación adecuada y oportuna sobre este método diagnóstico, el cual como los mismos médicos respondieron a la entrevista les ha sido útil para abordar y tratar a los pacientes.

Con pocas horas de entrenamiento en el empleo del POCUS, los médicos adquieren gran conocimiento. En un estudio cohorte realizado en cuatro hospitales, con 135 médicos, de los cuales 90 eran médicos generalistas, aquellos que recibieron un curso teórico de tres horas y una rotación de una semana hospitalaria, tenían una precisión diagnóstica del 89% con el uso del POCUS. Incluso el personal no médico de la NASA ha utilizado el ultrasonido, recibiendo un entrenamiento previo de al menos 2– 3 horas para obtener imágenes correctas y apropiadas. Por lo tanto, un programa de entrenamiento de 12 meses perfeccionará la

habilidad. El Colegio Americano de Radiología y el Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina recomienda un entrenamiento de 3 meses y la valoración de, al menos entre 300 y 500 casos, y propone 200 casos como el límite inferior.<sup>43</sup>

En el caso de la curva de aprendizaje del FAST, se ha determinado que los errores ocurren en las primeras diez valoraciones, pero la precisión diagnóstica aumenta significativamente después de realizar de 25 a 50 valoraciones. En estudios clínicos realizados, se ha documentado el tiempo utilizado para examinar las partes del cuerpo con el uso de este método. Para el análisis del pulmón se requieren 10 minutos, del abdomen 5- 12 minutos, examen gineco obstétrico 10– 15 minutos, corazón 5- 18 minutos, aorta menos de 10 minutos, musculo esquelético 1- 20 minutos. Algunas áreas corporales específicas requieren de menor entrenamiento, ya que cuentan con una gran precisión diagnóstica. Sin embargo, en áreas de mayor extensión, se requiere de mayor entrenamiento para obtener una mejor calidad de la imagen. De este modo, se ha documentado que la cantidad de ecografías que se deben realizar para adquirir las habilidades necesarias es más dependiente del sitio anatómico que de las horas de práctica.<sup>43</sup>

Dentro de este trabajo se investigó sobre los cursos que se imparten dentro del país y cuál es la mejor opción con la que cuentan los médicos en este ámbito, siendo una de ellas el WINDFOCUS Word Interactive Network Focused on Critical Ultrasound, es la academia que ofrece el curso, ellos ofrecen una diversidad de cursos entre ellos el básico teórico práctico para trauma, avanzado teórico práctico en trauma, para acceso vasculares, el precio de este ronda los \$255 a \$375 dólares y lo mejor de este curso es que están certificados internacionalmente, además es impartido por profesionales especialistas, capacitados para poder generar este tipo de capacitaciones. En cuanto al Posgrado en la enseñanza del posgrado diversas sociedades médicas internacionales, ya han dado a conocer sus lineamientos con respecto a los temas que deben de incorporarse al currículo de la especialidad<sup>20</sup>. Por otro lado, se encuentran iniciativas internacionales como WINFOCUS que se dirige a la capacitación educativa en medicina del área crítica. Otro ejemplo es el taller realizado por UltraDissection, que se distingue por su innovación en el método de enseñanza-aprendizaje, en el que se incluye la enseñanza de anatomía, la insonación, la disección de cadáveres, y que está dirigido al posgrado, pero es incluyente con el pregrado y la medicina general.<sup>47</sup>

Con respecto al pregrado, se documentaron casos como el de la Universidad de Carolina del Sur, EE. UU., donde se ha estructurado un programa institucional que se centra en el uso de imágenes de ultrasonido con fines de aprendizaje anatómico y fisiológico en el primer año de la carrera. En niveles más avanzados, también se capacita a los alumnos para la identificación de algunos datos patológicos. Por último, en la medida que el estudiante avanza de nivel, se le instruye en diferentes aspectos de la ecografía enfocada y se proponen rotaciones en especialidades que ya usen el ultrasonido a la cabecera del paciente. La incorporación del ultrasonido en el pregrado fortalece el modelo educativo basado en competencias, acompañado de la estrategia del aprendizaje basado en problemas. Este tipo de experiencias docentes han mostrado que el ultrasonido es una herramienta de aprendizaje activo y una plataforma de integración curricular con impacto en el desarrollo de habilidades clínicas. En la Universidad de Harvard, EE. UU., se realizó un estudio piloto sobre la incorporación del ultrasonido como método para la enseñanza de la anatomía y la fisiología en el primer año de medicina. Se incorporaron prácticas de anatomía general guiadas por ultrasonido, y en el segundo año se incluyó dentro de la enseñanza de la exploración física. Los resultados son alentadores, el 91% de los estudiantes estuvieron de acuerdo con la inclusión del ultrasonido. Actualmente se plantea su incorporación en los cuatro años de la carrera de medicina. La Sociedad Americana de Ecocardiografía propone incorporar un programa vertical durante los primeros cuatro años de la carrera de medicina, llevando al estudiante a adquirir conocimientos y habilidades de forma gradual. La exposición constante del uso del ultrasonido disminuye la pérdida gradual de las destrezas adquiridas y podría favorecer su uso en la práctica médica del futuro egresado.<sup>47</sup>

## 5.7 Conclusiones y recomendaciones

El POCUS ha demostrado ser una herramienta invaluable en el ámbito clínico debido a su portabilidad, facilidad de uso, capacidad para proporcionar información en tiempo real.

Los médicos generales son los que más se desempeñan en emergencias en nuestra población entrevistada, además de médicos jóvenes recién egresados de la carrera de medicina, por lo que es más importante ampliar sobre cursos de capacitación para ellos.

Se logra concluir que la incorporación del ultrasonido en la labor diaria de un médico general será un hecho inevitable y ampliamente aceptado en pocos años, como en su momento lo fue el uso del estetoscopio, por lo que la gran reflexión será que, independientemente de quién realice o aplique el POCUS, deber ser consciente de su experiencia, formación y habilidades para poder utilizarlo de una manera correcta, siempre en busca de agilizar el abordaje del paciente.

El POCUS portátil, puede llegar a ser una herramienta poderosa para mejorar la práctica clínica a través de un diagnóstico rápido y conciso, que orienta y mejora la gestión médica. Por ello mejorar e innovarse en estas nuevas tecnologías es de gran utilidad para mejorar la atención en un servicio de emergencias y en muchas especialidades más.

El uso del ultrasonido en el punto de atención seguirá difundiéndose en las especialidades médicas y situaciones de atención. Los desafíos futuros incluyen comprender mejor cuándo y cómo se puede utilizar eficazmente el POCUS, determinar la capacitación y evaluación que serán necesarias para garantizar el uso competente de la tecnología y estructurar políticas para fomentar un uso apropiado y eficaz.

Con respecto a los beneficios del POCUS están la disminución del tiempo de espera para la obtención de imágenes, un diagnóstico oportuno y rápido, son intervenidos de una manera más rápida, debido a que no se espera un reporte, además que no se saturan servicios.

Es muy importante la normalización de la educación continua y la evaluación de los profesionales de la salud que aplican el POCUS en su labor diaria, para normalizar la capacitación sobre este.

En cuanto a los servicios de salud que cuenten con un área de emergencias sería idóneo tener un protocolo POCUS para así tener una guía para tener una adecuada atención y no entorpecer el proceso.

Con respecto a los beneficios reduce la necesidad de pruebas invasivas, al proporcionar imágenes en tiempo real, reduce la necesidad de pruebas más costosas y riesgosas, como la tomografía axial computarizada y la angiografía.

Dentro de las ventajas del POCUS, tiene mayor portabilidad y accesibilidad, estos dispositivos cada vez están más disponibles y son más fácil de acceder a ellos, lo que facilita su uso en los entornos clínicos, como hospitales, consultorios médicos, ambulancias e incluso hasta entornos prehospitalarios y de atención de urgencia.

Los programas de capacitación son adecuados y necesarios para la formación, donde ayudaran adquirir las habilidades necesarias para realizar e interpretar adecuadamente las imágenes.

## **Recomendaciones**

Se recomienda a las universidades formadoras de médicos generales, la inducción al uso del ultrasonido POCUS.

Se orienta a los médicos generales que acceden al ultrasonido para continuar capacitándose y desarrollando mayores destrezas en su uso, para generar diagnósticos y abordajes más precisos y oportunos.

Es importante para estudios o investigaciones futuras indagar sobre los beneficios que puede aportar a la atención médica el uso de la inteligencia artificial combinada con el POCUS.

Establecer planes de estudio basados en consensos generales, para implicar metas y objetivos, diseñar estrategias e implementar una evaluación adecuada de la técnica.

Se fomenta el uso de la telemedicina a la hora de hacer uso del POCUS, ya que mejoraría a la hora de generar una impresión diagnóstica avalada por un radiólogo especializado y así agilizar el proceso de generar un reporte que sea aceptado y así no requerir realizar nuevamente un ultrasonido únicamente por qué no fue realizado por un radiólogo.

Se propone a que cada centro de salud que cuente con área de emergencias tenga a mano un para que sea un complemento de la historia clínica y de la impresión diagnóstica.

Se recomienda que se conozcan los protocolos POCUS que deben utilizar en los servicios de emergencias para el abordaje clínico.

Se fomenta que los profesionales de salud que laboren en un área de emergencias reciban la formación adecuada y estén certificados en su uso, así como también comprendan los sitios anatómicos, la técnica del ultrasonido, la interpretación de imágenes y la aplicación clínica en diferentes escenarios.

Debe utilizarse como una herramienta complementaria a la evaluación clínica, complementando con otras pruebas diagnósticas y no como sustituto de estas, se deben

comprender las limitaciones de la técnica y saber a base de los resultados cuando es apropiado realizar estudios ecográficos o cuando se requiera una evaluación adicional.

Se aconseja mantener los equipos en buen estado de funcionamiento y realizar calibraciones regulares para garantizar la precisión y la calidad de las imágenes. Esto incluye saber las directrices del fabricante para el mantenimiento y la limpieza adecuada de los equipos.

Los hallazgos clínicos obtenidos deben comunicarse claramente en el contexto clínico y documentarse adecuadamente en el expediente del paciente, ya que esto da un aspecto claro en el momento en que otro personal de salud atienda al paciente.

Se sugiere una actualización continua ya que las aplicaciones del POCUS evolucionan constantemente, es importante que el personal de salud se mantenga actualizado en las últimas tendencias, técnicas y recomendaciones en el campo, participar en cursos, conferencias e incluso revisión de literatura científica.

Se debe informar al usuario sobre cualquier procedimiento médico, hay que informar y educar al paciente sobre el estudio a realizar siguiendo los principios éticos médicos.

## 6.7 Referencias bibliográficas

## Bibliografía

1. Ingelfinger, J. R. (2021). Point-of-Care Ultrasonography. *The new england journal of medicine*, 3-10.
2. CRUZ, A. B. (2021). APLICACIONES DE LA ULTRASONOGRAFÍA EN EL PUNTO DE ATENCIÓN. San José.
3. Johnson, T. M. (2019). "ANÁLISIS DEL APORTE DEL POCUS A LA POBLACIÓN ATENDIDA EN LA CONSULTA DE MEDICINA FAMILIAR Y COMUNITARIA".
4. Michael J. Arnold, M. Y. (2020). Point-of-Care Ultrasonography. *AAFP*, 276-283.
5. Joshua, L. M. (2017). Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med*, 749-754.
6. Austin, R., & G., C. M. (2023). Use of Handheld Point-of-Care Ultrasound. *CHEST*, 1156-1162.
7. Madoka, F., Kaori, H., Yuka, K., & Manatsu, Y. (2022). Point-of-care ultrasound in the head and neck region. *J ULTRASOUND MED*, 594-599.
8. Ana, C. P. (2022). Tesis: Utilidad de la ecografía pulmonar clínica en la bronquiolitis moderada-grave. *Tesis*, (págs. 10-84). Madrid, España.
9. Navarro Sánchez JD, H. D. (2020). Uso del ultrasonido a la cabecera del paciente con neumonía por COVID-19: Una revisión narrativa de la literatura. *Unión Médica*.
10. Sibaja, S. A. (2021). Uso del POCUS en tiempos del Covid-19: a propósito de la propuesta del perfil. *Rev Hisp Cienc Salud*, 87-88.
11. Karakala Nithin, C. D.-R. (2023). Point-of-Care Ultrasound in Acute Care. *ACKD*, 83-89.
12. Hsieh A, B. B.-G. (2022). Handheld Point-of-Care Ultrasound: Safety Considerations for Creating Guidelines. *J Intensive Care Med*, 1147-1150.
13. Kalagara Hari, C. B. (2022). Point-of-Care Ultrasound (POCUS) for the Cardiothoracic Anesthesiologist. *JCVA*, 1133-1143.
14. Amer M, G. C. (2023). The Evolution of Cardiovascular Ultrasound: A Review of Cardiac Point-of-Care Ultrasound (POCUS) Across Specialties. *Am J*.
15. Recker Florian, W. E. (2021). Point-of-care ultrasound in obstetrics and gynecology. *Arch. Gynecol. Obstet.*, 872-875.
16. Lee Linda, J. M. (2020). Point-of-Care Ultrasound. *Curr. Cardiol. Rep.*, 2-8.
17. Ana, C. P. (2022). Tesis: Utilidad de la ecografía pulmonar clínica en la bronquiolitis moderada-grave. *Tesis*, (págs. 10-84). Madrid, España.
18. Velarde-Ruiz J.A., T. C. (2023). Más allá de la exploración física convencional en. *RGMX*, 2-9.
19. Webb EM, C. J. (2014). Teaching Point of Care Ultrasound Skills in Medical School: Keeping Radiology in the Driver's Seat. *ELSEVIER*.
22. Escobar-Sepúlveda N, P.-V. A.-H.-R.-D. (2023). *Ecografía a pie de cama en atención del adulto mayor*. Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia: UCV.
23. Carvajal Valdy G, P. J. (2015). Ultrasonido en el punto de atención en un escenario rural con recursos limitados. *Revista Clínica de la Escuela de Medicina*.
24. Todsén T, G. M. (2015). Reliable and Valid Assessment of Point-of-care Ultrasonography. *Ann Surg*, 309-314.
25. Hernández Sampiere R, F. C. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: mcgraw-Hill.
26. Allocca M, F. F.-B. (2021). Point-of-Care Ultrasound in Inflammatory Bowel Disease. *Journal of Crohn's and Colitis*, 143-151.
27. O., G. (2021). Point-of-care ultrasound in internal and emergency medicine: from basics to training and implementation. *Archive-ouverte*, 1-65.
28. J, C. G. (2016). *Sensibilidad, especificidad y valores predictivos de signos ultrasonográficos y radiológicos en el diagnóstico de apendicitis aguda en el adulto mayor*.
29. Sorensen, T. J. (2019). Point-of-care ultrasound in primary care: a systematic review of generalist performed point-of-care ultrasound in unselected population.
30. Pardo, C. E. (2022). Ultrasonografía realizada por cirujanos para la evaluación de abdomen agudo. *Revista Cubana de Cirugía*.
31. Radonjić T, P. M. (2022). Point-of-Care Abdominal Ultrasonography (POCUS) on the Way to the Right and Rapid Diagnosis. *MPDI*, 10-15.
32. Abu-Zidan, D. F. (2019). Point-of-care ultrasound for the acute abdomen in the primary health care. *TURKISH JOURNAL OF EMERGENCY MEDICINE*.
33. Hanna, E. (2022). Urolitiasis: presentación, evaluación y abordaje. *INTRAMED*.
34. Guzmán, L. A. (2021). CRITERIOS ULTRASONOGRÁFICOS DEL EMBARAZO ECTÓPICO. *Revista de investigación de Perú de maternidad y perinatología*.
35. Enrique, Z. P. (2022). Ultrasonografía realizada por cirujanos para la evaluación de abdomen agudo. *Revista cubana de cirugía*.
36. Moya A. Alejandro, S. K. (2018). El futuro es ahora: "Point-of-care ultrasound". *Revista ciencias de la salud Universidad Iberoamericana*.
37. Dumbrava B D, A. H. (2023). Surgeon-Performed Point-of-Care Ultrasound in the Diagnosis of Acute Sigmoid Diverticulitis: A Pragmatic Prospective Multicenter Study.
38. Lahoza C, G. C. (2015). Guía para el diagnóstico y tratamiento del aneurisma de aorta abdominal. *ELSEVIER*.
39. Rodríguez Donoso J, M. R. (2022). Cribado mediante ecografía de aneurisma de aorta abdominal en varones con factores de riesgo en Atención primaria.
40. Figueroa Córdova Angela Lastenia, E. S. (2022). Aneurisma de la aorta abdominal: actualización sobre epidemiología, clínica y abordaje diagnóstico. *Journal of Medical Ultrasonics*.
41. Furukawa Madoka, H. K. (2022). Point-of-care ultrasound in the head and neck region. *Journal of Medical Ultrasonics*.
42. Ariel Sosa Fernando, F. J. (2021). POCUS DESDE EL PREGRAO. *REVISTA ARGENTINA DE POCUS*, 56-86.

43. Cortellaro F, F. L. (2016). Accuracy of point of care ultrasound to identify the source of infection in septic patients: a prospective study. *Internal and Emergency Medicine*.
44. Navarrete, M. F. (2022). Panorama de los médicos en Costa Rica. *Semanario Universidad UCR*, 1-1.
45. Vargas, C. S. (2019). ¿Deberíamos cambiar de enfoque y formar solo especialistas? *SCIELO*, 2-5.
46. G, S. (2022). POCUS (Ultrasound Point of Care). Recurso para la evaluación al pie de la cama del paciente. *Revista de la Sociedad Venezolana de Ultrasonido*.
47. Ma IWY, A. S. (2017). Internal Medicine Point-of-Care Ultrasound Curriculum: Consensus Recommendations from the Canadian Internal Medicine Ultrasound Society. *Journal of Intensive Care Medicine*.
48. Vázquez Reyes JM, M.-H. M. (2020). El ultrasonido, de la cabecera del paciente al aula. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*.
49. Baribeau Y, S. A. (2020). Handheld Point-of-Care Ultrasound Probes: The New Generation of POCUS. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*.
50. Webb EM, C. J. (2014). Teaching Point of Care Ultrasound Skills in Medical School: Keeping Radiology in the Driver's Seat. *ELSEVIER*.
51. Tamagnone, F. Q. (2019). Evaluación del shock en el paciente crítico: protocolo RUSH (Rapid Ultrasound in Shock). En F. M. Tamagnone, & I. J. Previtera. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*.

## 7.7 Anexos

**Anexo 1. Entrevista aplicada a los médicos que se desempeñan en el servicio de emergencias del Rafael Ángel Calderón Guardia.**

**Preguntas de la entrevista**

1. Edad
  - a) 18-25
  - b) 25-35
  - c) 35-50
2. Sexo
  - a) Femenino
  - b) Masculino
3. Se desempeña usted como:
  - a) Médico general
  - b) Médico general- Residente de emergencias
4. ¿Conoce sobre la técnica del ultrasonido?
  - a) Sí
  - b) No
5. ¿Tiene algún curso sobre POCUS?
  - a) Sí
  - b) No
  - c) Cursando en este momento
6. ¿Hay un ultrasonido en su lugar de trabajo?
  - a) Sí
  - b) No (sí su respuesta es No, avance a la pregunta 8)

7. ¿Ha utilizado el POCUS en su lugar de trabajo para poder abordar a un paciente?
- a) Sí
  - b) No
8. Si ha utilizado el ultrasonido en el abordaje de un paciente, ¿Cuál ha sido su experiencia?
- a) Me fue muy útil
  - b) No me fue útil
9. Al haber utilizado el POCUS en el abordaje de pacientes, ¿este le ha ayudado a reducir el tiempo a la hora de diagnosticar y tratar al paciente?
- a) Sí
  - b) No
10. Al haber utilizado el POCUS, ¿Qué desventajas podría mencionar que crea usted puede tener esta tecnología?
11. Le gustaría que se impartiera un curso obligatorio sobre el POCUS a los médicos generales que se desempeñan en un SEM
- a) Sí
  - b) No